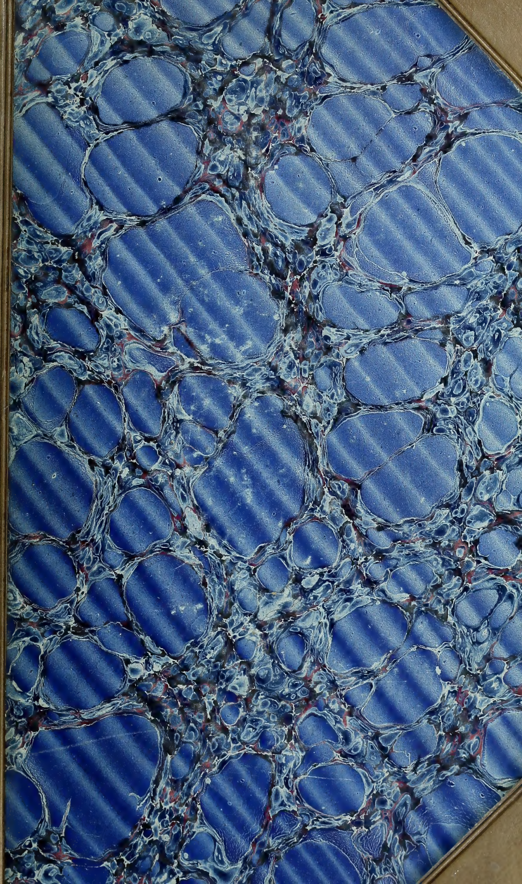


ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE ÉMILE MARTINET, RUE MIGNON, 2.

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. PH. VAN TIEGHEM

TOME XIII

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon
En face de l'École de médecine
1882



L'ESPÈCE VÉGÉTALE

CONSIDÉRÉE AU POINT DE VUE DE L'ANATOMIE COMPARÉE

Par M. Julien VESQUE.

PRÉFACE

Dans un mémoire publié en 1881 dans les *Nouvelles Archives du Muséum* (1), j'ai cherché à démontrer qu'il est possible de reconnaître la famille à laquelle appartient un végétal quelconque, à l'aide des caractères anatomiques empruntés aux seuls organes de la végétation. Ces caractères sont : la structure générale des poils, le mode de développement du stomate et l'aspect de tout l'appareil stomatique adulte, la forme des cristaux et d'autres concrétions minérales dans la plante, la présence ou l'absence et la nature des glandes internes et des laticifères, enfin, dans certains cas, la structure générale du pétiole.

Mon but, dans ce nouveau travail, est de démontrer que l'étude de l'anatomie de la feuille peut non seulement conduire à la connaissance d'un végétal au point de vue de la famille et et de l'espèce à laquelle il appartient, mais qu'un simple examen d'un petit fragment de feuille permet de définir les conditions de milieu dans lesquelles le végétal a vécu.

C'est uniquement pour limiter ce travail que je me suis borné à décrire les systèmes histologiques qu'on observe dans la feuille; c'est en effet l'organe qu'on peut se procurer le plus facilement et en même temps, ce qui est plus important, celui qui présente dans une même famille les variations les plus étendues. La botanique descriptive n'a pas opéré autrement, car la définition des espèces se réduit presque exclusivement à la description de la feuille.

Pour qu'elle fût complète, une étude semblable devrait s'é-

(1) Vesque, *De l'anatomie des tissus appliquée à la classification des plantes* (*Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IV, p. 1).

tendre en même temps sur les tiges et les racines, tâche qui dépasserait de beaucoup les forces d'un seul chercheur. Il est facile de prévoir, d'après les données que nous fournit l'anatomie générale, qu'on trouverait des caractères de famille dans la disposition des tissus de l'écorce primaire et parfois du liber, dans la présence ou l'absence d'un liber médullaire, dans le parcours des faisceaux, etc., mais moins ou même pas du tout (du moins pour les Dicotylédones), dans la structure élémentaire du bois et du liber, et certainement pas du tout dans la situation et la nature du périderme.

Il est bien évident, et j'ai particulièrement appuyé sur ce point, que l'anatomiste aurait grandement tort de négliger les caractères tirés de la fleur, du fruit, de la graine, etc., employés jusqu'à présent à l'exclusion presque complète des autres; au contraire, l'idée générale qui m'a guidé, savoir l'adaptabilité minime de certains organes, s'applique au même titre à la fleur qu'aux organes végétatifs; les uns et les autres sont importants au même degré sans qu'il y ait la moindre distinction à faire; leur importance relative est inversement proportionnelle à leur adaptabilité.

Dans le même ordre d'idées, j'ai été amené à me demander si la structure de certains organes dépendant uniquement de l'*adaptation au milieu inerte* ne fournirait pas précisément ce que nous appelons souvent en botanique descriptive des caractères spécifiques; j'ai pu me convaincre qu'il en est réellement ainsi, que l'espèce botanique, bien différente de l'espèce zoologique, n'est fréquemment qu'une forme adaptationnelle d'un même tronc phylogénétique qui, lui-même, dans certains cas, n'est autre que le genre et plus fréquemment encore le sous-genre ou même une division de moindre valeur.

Dans ce mémoire, je suivrai, ce qui est toujours permis, une marche inverse de celle de mes recherches; en d'autres termes, j'exposerai mes résultats comme s'ils avaient été obtenus par synthèse, tandis qu'ils se sont au contraire dégagés d'un travail analytique fort étendu.

Au surplus, je le ferai suivre d'une application de ces vues

aux Capparidées ligneuses, pour montrer, à part l'intérêt scientifique de la question, quel parti pratique on pourra tirer de l'anatomie quand il s'agira de déterminer des espèces.

Mon langage, dans ce mémoire, comme dans ceux qui l'ont précédé, sera celui d'un transformiste; des deux hypothèses en présence, c'est en effet celle du transformisme qui explique le mieux les faits et qui se montre aujourd'hui la plus féconde. Quant aux savants encore voués au créationisme, ils n'auront qu'à traduire ce langage; les faits eux-mêmes n'en souffriront nullement; au lieu de : « la plante s'est adaptée, » ils n'ont qu'à lire : « la plante a été adaptée. »

CHAPITRE PREMIER

L'ESPÈCE VÉGÉTALE

§ 1. — La filiation pure.

Il est bien difficile de séparer nettement ce qui est de filiation pure de ce qui est d'adaptation : tous les organes peuvent, à des degrés divers, subir l'influence de l'adaptation, de la lutte pour l'existence et de la sélection naturelle. Il est de ces adaptations qui portent à la fois sur tous les membres d'une même famille et qui, par conséquent, deviennent des caractères distinctifs de cette famille; tels sont, par exemple, l'adaptation de la fleur à un mode déterminé du transport du pollen, le clématisme habituel de presque tous les représentants d'une famille, la vie aquatique partagée par toutes les espèces de certaines autres; mais il faut distinguer, dans le règne végétal, deux adaptations bien différentes : 1° celle des fleurs à la fécondation par des êtres vivants; 2° celle qui rend les espèces aptes à cohabiter avec d'autres (clématisme, etc.); 3° l'adaptation au milieu inerte, sol, air, éclairage, humidité.

Il importe d'examiner, au point de vue de leur importance taxinomique, chacun de ces modes d'adaptation.

1° Toutes les adaptations à des insectes chargés de transporter le pollen d'une fleur à l'autre, à des animaux qui trans-

portent les graines, etc., perdent une grande partie de leur valeur taxinomique en raison de la motilité des animaux qui interviennent dans l'accomplissement des fonctions végétales (1).

2° Le clématisme repose sur des particularités physiologiques, comme l'héliotropisme négatif, qui peuvent fort bien passer pour d'excellents caractères taxinomiques et qui sont par conséquent communs à tous ou à un grand nombre des représentants d'une famille ; il n'y a donc rien d'étonnant à ce que nous trouvions des groupes importants formés presque uniquement de plantes grimpantes.

3° L'adaptation au milieu inerte seule ne peut dépendre en aucune manière de la filiation pure ; la plante fixée dans un sol quelconque est obligée de périr ou de s'adapter à l'humidité, à la sécheresse, à l'éclairage, etc., et dans la même famille, dans le même genre, nous trouverons les adaptations les plus diverses.

Il n'y a donc aucun inconvénient à laisser réunis pour le moment les caractères de filiation pure, ceux de l'adaptation au milieu animé et ceux qui sont acquis par la lutte pour l'existence ; mais nous devrons en séparer soigneusement les caractères d'adaptation pure que nous allons appeler « *épharmoniques* » par lesquelles le végétal est rendu apte à vivre dans le milieu inerte qu'il habite.

Par la filiation exempte d'épharmonisme, les individus se sont désarticulés en une foule de formes phylétiques ultimes qui correspondent aux genres, sous-genres et plus rarement aux espèces linnéennes des botanistes, dans tous les cas aux espèces des zoologistes.

Il est tout à fait déplorable que ces formes ultimes soient si peu étudiées et que souvent elles n'aient même pas reçu de nom.

Prenons, par exemple, une des familles les plus étudiées, celle des Renonculacées. Nous la trouverons bien divisée en

(1) Voy. Vesque, *Anatomie des tissus*, *l. c.*, p. 7.

tribus, en genres, même en sous-genres, mais les caractères de ces derniers sont loin d'être complètement établis. Ce n'est pas un « Genera plantarum » qu'il faudrait écrire, c'est un « subgenera » ; les savants qui ont manifesté la tendance de subdiviser les genres actuels, comme Spach, méritent, selon moi, tous les éloges. Nous voulons, par exemple, nous renseigner sur la forme des graines du genre *Nigella :* nous trouvons, dans le *Genera* de MM. Bentham et Hooker (t. I, p. 8). « *Semina angulata*, *testa crustacea vel subcarnosa*, *sæpius granulata*. »

Rien ne nous indique que nous nous trouvons là en présence de trois formes parfaitement distinctes : a. *semina orbicularia*, b. *semina triquetra lævia*, c. *semina ovato-angulata punctata*, correspondant à des testas d'une structure anatomique trèsdifférente.

L'anatomie du testa, de l'ovule, du pollen n'est décrite nulle part ; ce dernier surtout peut servir non seulement à différencier les genres, mais mêmes les sous-genres des *Ranunculus*, *Helleborus*, etc.

§ 2. — L'épharmonie.

Tous les organes de la plante peuvent s'adapter au milieu inerte ou animé qui les entoure, mais à des degrés divers, et c'est précisément sur cette inégalité que repose la subordination des caractères ; mais au milieu de tous ces organes il y en a dont la nature dépend *uniquement de l'adaptation*, savoir la structure anatomique des organes végétatifs en tant qu'elle est en relation directe avec l'air, le sol et l'eau ; c'est ce que je propose d'appeler l'*épharmonie*. Certaines autres dispositions au contraire peuvent échapper à l'adaptation, telles que le parcours des faisceaux dans la tige, le nombre des faisceaux qui pénètrent dans chaque feuille, par conséquent aussi l'un des facteurs déterminants de la nervation, la position des feuilles sur l'axe, qui est une conséquence naturelle des lois mécaniques déterminées elles-mêmes par les relations entre la longueur des entre-nœuds et l'épaisseur de la jeune tige, la

forme des bourgeons ; tous ces faits, comme on voit, dépendent les uns des autres, formant un réseau inextricable de causes et d'effets qui par-ci par-là peuvent toucher à l'adaptation même.

On m'objectera avec quelque apparence de raison que cette séparation en caractères épharmoniques et en caractères phylétiques plus ou moins troublés par des adaptations partielles, paraît être tout artificielle, puisque j'avoue moi-même que tous les organes végétaux peuvent s'adapter à des degrés divers et qu'il est difficile de préciser l'endroit, dans la série des descendants d'un même ancêtre, où le cachet particulier, imprimé au végétal par l'hérédité, se perd, pour faire place à des différenciations d'ordre purement épharmonique.

La plante est restée, quant à sa structure anatomique et aux formes extérieures qui en dérivent, fort impressionnable au milieu. Les expériences ont montré, en effet, que les mêmes graines, semées dans des milieux différents, produisent des individus qui sont loin de se ressembler. Si l'un des changements obtenus directement par l'influence du milieu est favorable au fonctionnement de la plante, il se maintient dans les descendants, tant qu'ils résident dans la même station; il se transmet des ancêtres aux descendants et devient une habitude héréditaire. Quant à la dernière forme phylétique, on la décrira aisément en faisant abstraction des caractères épharmoniques dans l'ensemble des végétaux qui ne diffèrent entre eux précisément que par ces caractères épharmoniques.

La forme phylétique ultime est la division comprenant tous les végétaux qui ne diffèrent entre eux que par des caractères épharmoniques.

On m'objectera ensuite que, puisque cet épharmonisme a pu créer des formes (des espèces), ces mêmes formes ou espèces doivent disparaître, se confondre, lorsqu'on les cultive, côte à côte, dans un jardin botanique.

Voici ma réponse : nous devons considérer deux cas différents, suivant que les végétaux en question sont adaptés à des milieux extrêmes, par exemple très secs et très humides, ou à

des milieux moyens, c'est-à-dire à peine différents les uns des autres. Dans le premier cas, le jardinier sait fort bien qu'il doit, sous peine d'insuccès, traiter ses plantes très différemment. S'il s'obtinait à cultiver de la même manière un *Ranunculus arvensis* et un *Batrachium*, il agirait certainement sur leur structure anatomique et même sur leur forme extérieure, sans arriver pour cela à adapter d'un seul coup ces espèces à des milieux qui ne leur conviennent pas. Dans le second cas, le milieu nouveau, très peu différent de celui dans lequel la plante vit naturellement, ne peut exercer assez d'influence sur elle pour vaincre l'habitude acquise. Ici, comme dans les lois physiques, mais *mutatis mutandis*, la force attractive est en raison *directe* du carré des distances. Il n'est pas dit pour cela que cet effet ne pourra pas se produire au bout d'un grand nombre de générations.

Autre objection : Si ces différences épharmoniques sont si faibles qu'elles permettent à des végétaux divers de vivre dans un même milieu sans devenir identiques, comment se fait-il que ces différences se sont produites dans la nature ?

Supposons que la même forme ancestrale habite deux localités A et B très éloignées l'une de l'autre, que dans chacune de ces deux localités se trouve une station limitée offrant un milieu spécial, que le milieu limité de la localité A est enfin très semblable à celui de la localité B, mais sans être identique avec lui ; il est clair que dans chacune des deux localités A et B une forme locale se détachera du tronc ancestral pour s'adapter aussi parfaitement que possible au nouveau milieu. Ces deux formes dérivées seront-elles identiques ? évidemment non, car elles répondent à des milieux différents quoique très voisins, et, ce qui est bien plus grave, une même adaptation peut être obtenue, comme nous le verrons plus tard, de manières fort différentes. La cause pour laquelle la plante s'est engagée dans une voie d'adaptation plutôt que dans une autre est infime, une simple prédisposition, aussi faible qu'on voudra, de l'ancêtre ; c'est un phénomène d'amorcement.

Pour ne pas laisser trop longtemps le lecteur sous l'impres-

sion d'idées un peu abstraites, je vais donner à cet exemple des formes plus précises.

La même espèce végète au milieu de deux forêts éloignées l'une de l'autre: dans chacune d'elles se trouve une clairière formée par un sol relativement stérile, sableux, et fortement grillé par le soleil d'été. L'épharmonie qui s'introduit dans notre espèce consistera d'abord à donner un grand développement au tissu en palissades (adaptation à l'éclairage) ; la feuille ayant une structure bifaciale pourra même l'échanger contre une structure centrique, elle deviendra épaisse, charnue ou même cartilagineuse ; à ses éléments primitifs s'en joindront d'autres qui auront pour but d'assurer à la plante une réserve d'eau plus ou moins considérable, ses vaisseaux deviendront plus nombreux et plus fins. Dans la feuille, le même but pourra être atteint de plusieurs manières différentes :

1° Par la division tangentielle de l'épiderme ;

2° Par la formation d'un hypoderme aux dépens des assises assimilatrices du mésophylle ;

3° Par l'adjonction de réservoirs vasiformes placés à l'extrémité des dernières ramifications des faisceaux au milieu des mailles du réseau vasculaire.

Ce développement extraordinaire du mésophylle entraîne l'apparition de nouveaux éléments mécaniques qui peuvent être :

1° Des massifs fibreux placés au-dessous des faisceaux donnant le caractère connu : « *venis subtus prominulis* », ou à la fois au-dessus et au-dessous : « *venis utrinque prominulis* » ;

2° Des fibres distraites des faisceaux courant au milieu des parenchymes et jusque sous les épidermes.

3° Des cellules scléreuses empruntées au parenchyme lui-même et qui résultent de la transformation *a.* des cellules en palissades, *b.* des cellules du tissu méatique de la face inférieure, *c.* (dans les feuilles centriques) des cellules de la zone moyenne ordinairement pauvres en chlorophylle. Ces cellules scléreuses peuvent : α. conserver la forme des éléments d'où elles dérivent, β. subir, au contraire, un

accroissement propre qui leur permet de se ramifier, de s'insinuer entre les cellules parenchymateuses.

La transpiration devenant très forte, ces végétaux devront être protégés par le développement des couches cuticulaires, par l'enfoncement des stomates au-dessous du niveau extérieur de l'épiderme ou même au-dessous du niveau des cellules épidermiques elles-mêmes, par un revêtement pileux plus ou moins dense. Sous ce rapport la feuille deviendra donc coriace, glabre, ou, restant molle, elle sera nécessairement tomenteuse, deux aspects fort différents répondant à la même adaptation.

Si la sécheresse est assez forte pour rendre toute végétation impossible pendant une partie de la belle saison, notre plante (vivace) devra s'adjoindre un organe souterrain qui la mettra à même de se développer de nouveau quand la saison plus propice le lui permettra ; ce seront, selon les aptitudes de la plante, des bulbes, des tubercules, des rhizomes, etc.

CHAPITRE II

LES DIVISIONS TAXINOMIQUES DE QUALITÉ DIVERSE

§ 1. — Examen des espèces affines.

Nous venons de voir qu'il existe deux espèces de caractères :

1° Ceux qui trahissent encore les affinités réelles malgré l'intervention d'adaptations multiples ;

2° Ceux que nous avons appelés *épharmoniques* qui, n'ayant aucun rapport avec les affinités, ne sont que l'expression pure de l'adaptation au milieu inerte. Ce sont : pour la tige, le développement relatif des vaisseaux, la structure de l'enveloppe verte ; pour la feuille, la structure du mésophylle, le développement de la partie mécanique, le revêtement pileux, etc., dans certains cas l'aphyllie plus ou moins complète et le transfert des fonctions de la feuille à l'écorce primaire de la tige.

Si nous voulons rester logiques, si nous voulons renoncer,

en taxinomie, au bon plaisir qui y règne pour le malheur de la science, nous devons séparer avec le plus grand soin les divisions établies sur les caractères de la première catégorie de celles qui reposent uniquement sur des caractères épharmoniques.

Il semble qu'à l'époque où les climats se sont différenciés à la surface du globe, toutes les espèces capables d'une pareille dislocation se soient scindées en une multitude de formes adaptées partout aux milieux les plus variés; il est facile de concevoir que toutes les familles n'ont pas subi cette multiplication des formes au même degré; en effet, certaines d'entre elles, déjà adaptées ou prédisposées à un genre de vie déterminé, se sont confinées dans un cercle biologique assez étroit; telles sont, par exemple, les Ericacées, presque toutes xérophiles, qui renferment cependant, fait très curieux, quelques espèces palustres, les Nymphéacées, etc.

Si la science était encore à faire, il y aurait un procédé très simple et très clair qui consisterait à donner un nom à la dernière subdivision de qualité phylétique, celle qui représentait l'espèce avant l'intervention de l'épharmonisme, et d'y ajouter un adjectif indiquant le mode d'épharmonie qui est venu lui imprimer son cachet; cet adjectif serait toujours le même pour désigner la même épharmonie.

Mais nous n'avons pas le droit d'ignorer les travaux de nos devanciers, et si nous voulons qu'une innovation, si faible qu'elle soit, puisse être acceptée, il est important de fixer ses rapports avec les idées régnantes et de l'introduire de manière à renverser le moins possible d'un édifice péniblement élevé.

Nous allons donc examiner, par exemple, ce que différents auteurs ont fait relativement à un groupe fort naturel du genre *Capparis*, une partie des *Eucapparis pedicellares* DC.

Le dernier échelon de la série phylétique, avant le morcellement en formes épharmoniques, sera :

Eucapparis DC. (*sepala majuscula biseriata imbricata v. 2 extriora valvata antico sæpe majore galeato. Bacca ovata v. globosa. Species gerontogeæ.*)

E. pedicellares DC. (restr.) (*pedicellis axillaribus solitariis floribus polyandris*) *exclus. speciebus in quibus flores* 2-3 *ex eodem puncto oriuntur.*

E. p. pilis unicellulatis simplicibus fusiformibus v. subcylindraceis.

Les végétaux du groupe ainsi caractérisé ne diffèrent plus, que je sache, que par des caractères épharmoniques. Ils s'étendent depuis la région méditerranéenne jusqu'aux îles Mariannes et jusqu'à l'Australie, se subdivisant en une multitude de formes parmi lesquelles j'ai pu étudier :

C. spinosa L., *sicula* Guss., *nepalensis* Don, *ægyptia* Lam., *herbacea* Wildl., *obovata* Royle, *rupestris* Sibth. et Smith, *galeata* Fres., *erioclada* Boiss. et Noé, *parviflora* Boiss., *nummularia* DC., *leucophylla* DC., *Mariana* Jacq., *sarmentosa* F. Muell., *divaricata* Lam.

Plusieurs de ces espèces présentent encore des variétés qui elles-mêmes ne diffèrent des types que par de simples caractères épharmoniques, par exemple, par un système pileux plus ou moins développé.

Les botanistes jordaniens pourraient pousser la division à l'extrême et multiplier à l'infini le nombre des espèces passant insensiblement les unes aux autres suivant leur station et leur habitat.

D'un autre côté, les auteurs qui tendent à revenir à l'espèce linnéenne, se sont mis à les réunir en plusieurs groupes érigés en espèces et à distinguer les anciennes espèces sous la dénomination de variétés (1).

Voici ce que font entre autres MM. Hooker fils et Thomson (*Flora of british India*) :

Capparis Linn.

Sect. I. Flowers solitary, axillary (sometimes fascicled in *Zeylanica* and *Heyneana*) (2).

(1) Voyez à ce sujet les idées de M. O. Kuntze, qui ne sont au fond qu'une traduction de celles de M. Naudin : *Methodik der Speciesbeschreibung und Rubus.*

(2) J'écarte ces deux espèces.

1. *C. spinosa* Linn.
   Var. 1. *Galeata.* — *C. galeata* Fres.
   Var. 2. *Rupestris.* — *C. rupestris* Sibth.
   Var. 3. *Vulgaris.* — *C. obovata* Royle. — *C. Murrayana* Grah. — *C. ægyptia* Lam. — *C. herbacea* Willd.
   Var. 4. *Leucophylla.* — *C. leucophylla* DC.
2. *C. grandiflora* Wall. (1). — *C. pyrifolia* Wight et Arn. (*non* Lam.).
3. *Divaricata* Lam.

Les différences dont les auteurs de la flore de l'Inde se servent pour distinguer ces trois espèces, ne me paraissent pas plus importantes que celles entre les variétés de l'espèce *C. spinosa ;* elles reposent en effet exclusivement sur la forme de la feuille variant de l'orbiculaire à l'ovale ou la linéaire oblongue, sur la densité très variable du système pileux, et sur les nombreuses stries cuticulaires qui rendent les feuilles mates dans le *C. grandiflora*.

On voit que si les auteurs s'étaient laissé guider par des principes mathématiquement arrêtés, au lieu d'obéir à leur tact botanique, ils auraient dû réunir toutes ces formes en une seule espèce, ou bien les diviser en un grand nombre d'espèces mal délimitées.

Ce qui les a décidés, c'est qu'ils ont trouvé partout, entre les formes du groupe des *C. spinosa*, des intermédiaires qui eussent rendu le sectionnement par trop artificiel. Mais qui soutiendra que ces intermédiaires n'existent pas entre le *C. spinosa* et les deux autres espèces? En effet, les régions d'où ces échantillons proviennent ont été beaucoup moins explorées que ne l'a été la région méditerranéenne.

Voici maintenant la clef anatomique qui pourra servir à déterminer les espèces du même groupe des *Capparis* :

1.	Épidermes cristalligènes........................	*C. divaricata* Lam.
	Épidermes non cristalligènes........................	2
2.	Mésophylle bifacial (2)........................	3
	Mésophylle centrique........................	4

(1) Je n'ai malheureusement pas sous la main un exemplaire de cette espèce.

(2) J'adopte, pour la description du mésophylle, la classification de M. De Bary (*Vergl. Anat.*, p. 423).

Dans la structure centrique, le limbe possède du parenchyme vert aux deux

3. Cuticule lisse................................ *C. sarmentosa* F. Muell.
Cuticule ornée d'un réticule irrégulier saillant...... *C. nummularia* DC.
4. Épiderme supérieur sans stomates et à parois cellulaires verticales, beaucoup plus épaisses que celles de l'épiderme inférieur; cuticule finement réticulée.................................... *C. Mariana* Jacq.
Les deux épidermes pourvus de stomates et de même structure; cuticule lisse quand les poils sont abondants, d'autant plus fortement striée que la feuille est plus glabre; stries jamais réticulées........................ 5
5. Mésophylle parsemé de cellules scléreuses qui prennent naissance dans la zone moyenne, s'accroissent vers les deux épidermes en restant simples ou en se ramifiant.................................. *C. parviflora* Boiss.
Mésophylle privé de cellules scléreuses mécaniques.......... *C. spinosa* L.

(Cette dernière espèce renferme les anciennes espèces suivantes : *obovata* Royle, *spinosa* L., *ægyptia* Lam., *sicula* Guss., *nepalensis* Don, *erioclada* Boiss. et Noé, *herbacea* Willd., *leucophylla* DC., *rupestris* Sibth., *galeata* Fres.)

Entre les différentes formes du *C. spinosa* il n'y a plus aucune différence *qualitative;* aucune d'elles ne renferme un seul organe quelque microscopique qu'il soit, qui n'appartienne en commun à toutes les autres, mais ce qui a pu légitimer la division de ces groupes en plusieurs espèces en partie bien reconnaissables, c'est que les dimensions relatives que prennent les différents éléments sensibles à l'épharmonie sont très variables, ainsi qu'on va le voir, et que ces différences anatomiques, pour ainsi dire *quantitatives*, se traduisent en dehors par la forme de la feuille, l'état de sa surface et par sa consistance.

Toutes ces plantes sont héliophiles, mais ce qui entraîne avant tout la diversité de leurs formes, c'est qu'elles sont xérophiles à des degrés divers. Il faut donc s'attendre : 1° à ce qu'elles soient différemment protégées contre l'évaporation par l'épaississement de la cuticule et l'enfoncement consécutif des stomates ou par la densité plus ou moins grande du revêtement pileux; 2° à ce que les réservoirs vasiformes qui ter-

faces, et entre les deux zones assimilatrices se trouve un tissu différent moins chargé de chlorophylle; dans la structure bifaciale, au contraire, il n'y a de parenchyme en palissades qu'à la face supérieure, tandis que la partie inférieure du mésophylle est occupée par du parenchyme spongieux.

minent les dernières ramifications des faisceaux soient très différemment développés.

En prenant ces derniers organes comme module exprimant le plus nettement la xérophilie, nous aurons la série suivante des formes du *C. spinosa* rangées par ordre de xérophilie croissante :

C. obovata Royle, *C. spinosa* L. (cultivé), *ægyptia* Lam.

Réservoirs vasiformes petits, de volume égal ou à peine supérieur à celui des cellules environnantes.

C. sicula Guss., *C. nepalensis* Don, *C. erioclada* Boiss. et Noé, *C. herbacea* Willd.

Diamètre des réservoirs vasiformes de deux à trois fois plus grand que celui des cellules environnantes.

C. leucophylla DC.

Réservoirs vasiformes très nombreux, de trois à six fois plus larges que les cellules environnantes.

C. rupestris Sibth.

Réservoirs vasiformes très grands, zone moyenne dépourvue de chlorophylle, beaucoup plus large que chacune des deux zones vertes. Cuticule très épaisse.

C. galeata Fres.

Réservoirs vasiformes très grands et très nombreux ; zones vertes très faibles, plus de la moitié de l'épaisseur totale étant occupée par la zone moyenne incolore. Cuticule très épaisse.

Si l'on joint à ceci des caractères tirés du développement numérique des poils et du dessin dont la cuticule est ornée, on arrivera aisément à la détermination des formes.

En prenant comme *criterium* de la légitimité d'une espèce la présence ou l'absence d'un organe anatomique, en d'autres termes, en basant la description de l'espèce sur la structure qualitative et non sur le développement quantitatif de chaque organe, nous arrivons à des résultats qui concordent d'une manière parfaite avec les divisions établies par MM. Hooker et Thomson et par M. Boissier (*Flora orient.*), et cette concordance fait le plus grand honneur à l'expérience et au tact de

ces savants botanistes, en même temps qu'elle constitue un argument d'une grande solidité en faveur de l'introduction de l'anatomie en botanique descriptive.

§ 2. — Définition de l'espèce.

Grâce à l'anatomie comparée, nous avons en mains des moyens distinctifs autrement précis que les dimensions et la forme des feuilles, et de plus nous voyons assez clair dans les rapports qui rattachent les végétaux les uns aux autres pour fixer beaucoup mieux qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour l'idée même de l'espèce.

Au moment où les différenciations épharmoniques ont fait leur apparition, elles ont porté sur une série de formes qu'il serait assurément fort raisonnable encore aujourd'hui de considérer comme des espèces, car elles sont seules les homologues des espèces animales. Toutes ces adaptations étant accomplies, nous nous trouvons en présence d'une multitude de formes mal délimitées qu'on pourrait multiplier à l'infini, formes qui sont considérées comme espèces par les Jordaniens; mais il y a un moyen terme qui consiste à considérer comme espèce l'ensemble des végétaux descendant d'un même ancêtre sur lequel l'épharmonie est venue agir et qui sont adaptés de la même manière au milieu dans lequel ils vivent.

Voici ces trois définitions, sous une forme plus aphoristique :

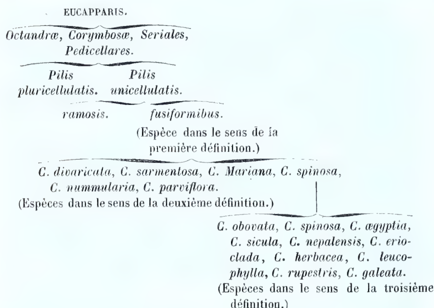
1° L'espèce est l'ensemble de tous les végétaux appartenant à la même division phylétique indivisible, prise au moment où les différenciations épharmoniques commencent à s'y introduire.

2° L'espèce est l'ensemble des végétaux appartenant à la même division phylétique présentant les mêmes organes épharmoniques et ne différant entre eux que par le plus ou moins grand développement que présentent ces organes.

3° L'espèce est l'ensemble des végétaux d'une même division

phylétique, présentant les mêmes organes épharmoniques au même degré de développement.

L'arbre généalogique ci-dessous montrera très bien, je l'espère, la différence fondamentale qui existe entre ces trois définitions :



Nous nous trouvons en présence d'un véritable trilemme, c'est-à-dire que, de la manière dont la question est posée, il n'y a pas d'autre définition possible.

Il est bien évident que la première définition est la plus logique, mais, pour l'accepter, il faudrait renoncer non seulement à l'idée moyenne actuelle de l'espèce végétale, mais encore à la dénomination dualistique tout entière, en ajoutant au nom de l'espèce, lui-même déjà composé de deux mots au moins, deux autres mots désignant d'une manière uniforme pour tout le genre végétal le *mode* d'adaptation et *le degré de développement* des organes adaptationnels. Ce serait une sorte de retour à l'ancienne phrase, mais systématisée, très claire et donnant du même coup et l'aspect extérieur et la structure anatomique de la plante.

Les mots me manquent pour donner un seul exemple de ce que serait la dénomination d'une forme quelconque, mais le schéma ci-dessous en donnera cependant une idée :

EUCAPPARIS PEDICELLARIS PILIS FUSIFORMIBUS.

Espèce. A exprimer en un seul ou, tout au plus, en deux mots.

Forme épharmonique. { *Centromalacophylla* (à mésophylle centrique et dépourvu d'éléments mécaniques). *Xerophila megalangiophora glabra* (construite pour vivre dans les déserts, pourvue de grands réservoirs vasiformes, glabre).

= *C. galeata*

A la lecture d'une pareille dénomination pour une espèce, le lecteur ne pourra certainement pas s'empêcher de sourire; il n'en est pas moins vrai qu'elle renferme véritablement une foule de données anatomiques et que son excellence saute aux yeux. La longueur et la physionomie barbare de cette dénomination ne sont point des obstacles sérieux, car, d'une part, rien n'empêche qu'on donne un nom unique à l'espèce ou actuellement au groupe : *Eucapparis pedicellaris pilis fusiformibus*, et d'autre part, un tableau dressé d'avance, uniforme pour toutes les espèces, pourrait permettre de désigner par un seul mot tous les caractères de la forme épharmonique.

L'idée étant acceptée en principe, il faudrait donner à chaque forme deux noms, l'un, A, indiquant la dernière division phylétique au moment de l'intervention de l'épharmonisme, l'autre, B, indiquant au contraire les particularités épharmoniques de la plante. La première dénomination A pourrait fort bien se composer de deux mots A et *a*, le premier générique, le second spécifique; le troisième épharmonique compléterait la notion. Il me reste à démontrer que cette troisième note peut être exprimée en un seul mot.

Au point de vue mécanique, nous pouvons avoir des feuilles dépourvues d'éléments mécaniques (espèce malacophylle), des feuilles parcourues dans tous les sens par des fibres (espèce oléoïde, parce que cette disposition est fréquente dans les *Olea*), des feuilles soutenues par des cellules scléreuses (espèce

protéoïde, en raison de la fréquence de ces éléments dans la famille des Protéacées) ; nous pouvons appeler épiprotéoïdes les feuilles dont les cellules scléreuses prennent leur point de départ sous l'épiderme supérieur, *mésoprotéoïdes* celles dont les cellules scléreuses partent de la zone moyenne du mésophylle, et *hypoprotéoïdes* celles dont les cellules scléreuses naissent sous l'épiderme inférieur. Ces données mécaniques seront complétées par celles qui sont tirées de la manière dont la plante est adaptée au soleil et à la sécheresse (*épharmonisme physiologique*).

Si nous divisons un carré en autant de colonnes verticales qu'il y a d'adaptations mécaniques et en autant de tranches horizontales qu'il y a d'adaptations physiologiques, nous pourrons inscrire un chiffre dans chacun des petits rectangles qui en résultent, chiffre qui exprimera la combinaison des deux modes d'adaptation, précisément comme la table de Pythagore indique le produit du multiplicande par le multiplicateur ; de plus, chaque mésophylle peut être bifacial ou centrique ; ces deux notes devraient être portées suivant la troisième dimension, mais il suffit de conserver le nombre primitif dans le cas d'un mésophylle bifacial et de le multiplier par 2 dans le cas d'un mésophylle centrique. Enfin, à la place de chacun des chiffres, il n'y a plus qu'à inscrire le nom d'une plante qui présente la structure en question et terminé en « oïde ».

ÉPHARMONIE MÉCANIQUE.

ÉPHARMONIE. Physiologique.	MALACOPHYLLE.		OLÉOÏDE.	HOMOPROTEÖIDE.	ÉPIPROTEÖIDE.	MÉSOPROTEÖIDE.	HYPOPROTEÖIDE.
Indifférente.	glabre.	1	3	5	7	9	11
	velue.	2	4	6	8	10	12
Hélioxérophile à épiderme divisé.	glabre.	13	15	17	19	21	23
	velue.	14	16	18	20	22	24
Hélioxérophile à hypoderme.	glabre.	25	27	29	31	33	35
	velue.	26	28	30	32	34	36
Hélioxérophile à réservoirs vasiformes.	glabre.	37	39	41	43	45	47
	velue.	38	40	42	44	46	48

Tous les caractères épharmoniques du *Capparis galeata*, que j'ai pris pour exemple, seront exprimés à l'aide de ce tableau par le chiffre 74 ou par le nom s'y rapportant. Ce nombre étant plus grand que 48 indique que le mésophylle est bifácial; sa moitié est de 37 qui indique un mésophylle dépourvu d'éléments mécaniques, une feuille glabre et la présence de réservoirs vasiformes dans les mailles du réseau fibro-vasculaire.

Ce ne sont donc pas des difficultés pratiques qui s'opposeraient à l'adoption de cette définition, mais l'inconvénient unique résulte d'une trop grande différence entre cette notation rationnelle et celle que nous avons aujourd'hui en botanique. En effet tous les noms de plantes devraient être changés

et l'on conçoit qu'un travail semblable serait actuellement irréalisable.

Passons maintenant à la troisième définition, d'après laquelle le développement plus ou moins grand que prennent les appareils épharmoniques (poils, hypoderme, fibres, cellules scléreuses, etc.) autorisent l'établissement d'une espèce nouvelle. C'est le Jordanisme pur. Il est des genres qui se diviseront en autant d'espèces qu'il y a d'individus. Il ne peut y avoir deux espèces de cette nature sans qu'il existe d'intermédiaire entre elles.

La deuxième définition seule me paraît admissible pour les raisons suivantes :

1° L'espèce ainsi définie se rapproche le plus du groupe admis comme espèce par l'immense majorité des botanistes modernes;

2° La délimitation de cette division est absolument rigoureuse, car il ne saurait y avoir d'intermédiaire entre la présence et l'absence d'un organe.

Ainsi nous dirons :

L'espèce est l'ensemble des végétaux d'un même groupe phylétique indivisible, présentant les mêmes organes épharmoniques et ne différant entre eux que par le plus ou moins grand développement de chacun de ces organes.

Ceci admis, que ferons-nous de ces formes, comme celles du *Capparis spinosa*, qui ne diffèrent pas entre elles par la présence ou l'absence de certains organes, mais seulement par le degré de développement auquel ils arrivent?

Quand une lignée de végétaux en est arrivée au point où elle se disloque en espèces adaptées à des milieux différents ou différemment adaptées au même milieu, la force évolutive, comme dirait M. Naudin, n'est pas nécessairement épuisée; elle peut au contraire agir sur chacune des espèces créées et former des variétés; le facteur qui intervient dans la formation de celles-ci est donc de même *qualité* que celui qui préside à celle des genres; il diffère au contraire de celui qui provoque la formation des espèces; en un mot il est indépen-

dant de l'adaptation au milieu inerte. Dans la subdivision de l'espèce il y a donc nécessairement deux choses bien distinctes : les divisions qui reposent sur le degré de développement des organes épharmoniques, et celles qui s'appuient sur des caractères phylétiques peu importants, tels que la coloration de la corolle, des feuilles, etc, la nature, la saveur du fruit, etc.

Tout cela est malheureusement confondu jusqu'à ce jour et l'on se heurterait à bien des difficultés quand on voudrait même se borner à donner des noms différents à ces subdivisions.

CHAPITRE III

DES CARACTÈRES ÉPHARMONIQUES TIRÉS DE L'ANATOMIE DE LA FEUILLE

Les principales conditions physiques auxquelles la plante, fixée par ses racines dans un endroit quelconque, doit s'adapter, sont l'éclairage et l'humidité relative; l'adaptation à cette dernière peut se produire de deux manières différentes, par économie, c'est-à-dire par la diminution de la transpiration, et par prévoyance, c'est-à-dire, par l'emmagasinage de l'eau dans certains organes. Les transformations qui s'introduisent ainsi dans les tissus entraînent souvent l'apparition de nouveaux éléments mécaniques destinés à les soutenir, notamment à empêcher les déformations qui résulteraient de la diminution de la turgescence des feuilles. Il me sera permis de passer sous silence le cas très spécial de l'adaptation à la vie aquatique.

Nous aurons donc à étudier :

1° Les moyens par lesquels la plante s'adapte à l'éclairage au point de vue de l'assimilation;

2° Les moyens par lesquels elle se protège contre une transpiration très active ;

3° Les moyens par lesquels elle emmagasine de l'eau dans son corps;

4° Les éléments mécaniques qui servent à soutenir les tissus parenchymateux de la feuille exposée à se faner.

§ 1. — L'adaptation de la feuille à l'éclairage au point de vue de l'assimilation.

Le tissu spécifiquement assimilateur est évidemment le parenchyme en palissades. Ce n'est que dans les derniers temps que les botanistes ont soumis ce tissu intéressant à une étude anatomo-physiologique qui a eu pour résultat de démontrer que les palissades sont d'autant plus développées que la plante est soumise à un éclairage plus intense.

M. Stahl (1) a prouvé par l'expérience que lorsqu'on élève au soleil certaines plantes habituées à vivre à l'ombre, on peut immédiatement (c'est-à-dire sur le même individu, sans reproduction) modifier quelque peu le degré de développement des cellules en palissades. Il est évident que les plantes se prêtent plus ou moins bien à ces sortes d'expériences qui réussiront d'autant mieux que, par une longue culture, la plante est plus habituée à varier d'une manière générale et qu'elle est adaptée à un milieu moins extrême. M. Stahl a signalé également, dans le Hêtre, un cas de dimorphisme anatomique très remarquable; les feuilles des parties supérieures de la couronne, exposées aux rayons solaires directs, sont uniquement composées de palissades, tandis que celles qui garnissent les branches inférieures, placées à l'ombre, sont plus grandes, plus

(1) Stahl., *Bot. Zeit.*, 1881.

Dans un travail fait en collaboration avec M. Ch. Viet (*Annales de l'Institut national agronomique*, 3e année; *Annales des sc. nat.*, 6e série, t. XII) nous avons montré que la sécheresse influe également sur le développement des palissades. C'est là, croyons-nous, un fait important au point de vue philosophique. En effet, il serait assez singulier de voir partout le milieu produire d'un coup sur la plante la modification qui lui est favorable dans ce même milieu. Il est impossible d'admettre une pareille cause finale. A mes yeux, le développement des palissades à la lumière vive, à l'air sec, etc., est lié intimement à la transpiration; cette disposition étant utile à la plante exposée au soleil, s'y maintient, se transmet par l'hérédité et devient un caractère spécial de la plante héliophile; l'adaptation n'est pas le résultat de l'influence directe du milieu auquel la plante s'adapte, mais elle est due à la combinaison de l'influence du milieu avec la sélection et l'hérédité.

molles et ne présentent pas du tout cette forme du parenchyme assimilateur.

Il s'agit en dernier lieu de savoir de quelle manière les cellules en palissades sont utiles à la plante exposée au soleil.

A la suite d'un travail fort intéressant sur les mouvements de la chlorophylle, M. Stahl admet que les plantes constamment insolées sont dans le cas de maintenir indéfiniment les grains de chlorophylle le long des parois perpendiculaires à la surface, que, par suite, les parois supérieure et inférieure peuvent se contenter d'un faible développement, et que les changements de forme des grains de chlorophylle découverts par M. M. Micheli suffisent pour régler l'action de la lumière.

M. G. Haberlandt (1) oppose à cette manière de voir une autre théorie qui se base sur le principe de l'écoulement le plus rapide possible des produits de l'assimilation. Il est avantageux pour l'assimilation elle-même que les produits de cette fonction soient éloignés aussi vite que possible, qu'ils aient par conséquent aussi peu que possible de cloisons à traverser ; c'est pourquoi les cellules assimilatrices sont allongées non pas dans le sens des rayons lumineux incidents, mais dans une direction telle, que les matières dissoutes arrivent avec la plus grande facilité possible aux faisceaux fibro-vasculaires ou plutôt à la gaine qui les entoure.

Malgré la nouvelle note de M. Stahl (2) sur les *Compass-plants*, c'est-à-dire les végétaux, comme le *Silphium laciniatum*, le *Lactuca Scariola*, etc., dont les feuilles se placent dans un plan vertical qui coïncide avec le méridien, il me paraît difficile de se prononcer entre ces deux théories, qui ont l'une et l'autre une certaine apparence de vérité parce qu'elles s'accordent très bien avec une multitude de faits anatomiques; du reste, il est bien possible que les deux desiderata physiologiques : protection de la chlorophylle et écoulement des produits de l'assimilation, soient ici remplis précisément de la même manière par la création des cellules en palissades.

(1) Haberlandt, *Jahrb. f. wiss. Bot.*, XIII, 74.

(2) Stahl, *Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwissensch.*, XV, N. F. VIII.

§ 2. — Les deux types du mésophylle.

M. de Bary établit dans la structure du mésophylle deux types distincts, le *mésophylle centrique* et le *mésophylle bifacial.*

Dans le *type centrique* le parenchyme chlorophyllien est réparti uniformément autour de l'organe; on rencontre cette structure non seulement, comme en pourrait le croire, dans les feuilles étroites, linéaires ou surtout cylindriques, mais encore dans un grand nombre de feuilles planes, étalées horizontalement; dans ce cas, il est rare que les palissades soient aussi bien développées à la face inférieure qu'à la face supérieure.

M. de Bary distingue dans ce type deux modifications :

a. Le parenchyme chlorophyllien périphérique s'étend de toutes parts jusqu'au centre de l'organe, où les cellules se bornent à devenir plus grandes, renferment moins de chlorophylle et sont plus lâchement unies.

b. Le parenchyme en palissades périphériques passe, sans intermédiaire et brusquement, à une zone moyenne à grandes cellules incolores ou peu chargées de chlorophylle, qui renferme les faisceaux et leurs dépendances.

Entre ces deux modifications il ne saurait y avoir de limite bien nette; elles passent l'une à l'autre par tous les degrés intermédiaires; on peut les rencontrer toutes deux aussi caractérisées que possible dans les espèces d'un même genre, dans les formes extrêmes d'une même espèce.

Revenons, par exemple, à l'espèce polymorphe du *Capparis spinosa*. Dans le *C. obovata*, chacune des faces de la feuille est occupée par deux assises de palissades, le milieu, au contraire, par un tissu vert à cellules arrondies presque isodiamétriques, à peine plus larges que les palissades. Le *C. spinosa* proprement dit présente à la face supérieure deux ou trois assises de longues palissades qui s'étendent jusqu'au milieu de l'épaisseur du mésophylle, à la face inférieure une seule assise; l'espace compris entre ces deux zones est rempli par du parenchyme plus pauvre en chlorophylle, au milieu duquel courent

les faisceaux immédiatement contigus aux palissades supérieures et terminés par des groupes de réservoirs vasiformes. Le *C. ægyptia*, beaucoup moins héliophile, est cependant encore xérophile; la feuille est quelque peu charnue; à la face supérieure, on trouve une seule assise de palissades qui n'occupe environ qu'un tiers de l'épaisseur du mésophylle, à la face inférieure, une assise de cellules un peu allongées verticalement; la large zone moyenne qui comprend plus de la moitié de l'épaisseur totale est occupée par du parenchyme vert très méatique. Le *C. sicula* est une des formes les plus héliophiles; à chaque face de la feuille correspondent deux assises de longues palissades qui passent sans transition à une faible zone moyenne encore verte et composée de cellules de même diamètre que les palissades, mais beaucoup plus courtes.

Passons immédiatement, pour abréger, au *C. galeata* où nous allons trouver, correspondant à chaque face, une faible bande de tissu vert et au milieu une zone très large prenant plus de la moitié de l'épaisseur totale d'un parenchyme à grandes cellules incolores, au milieu duquel cheminent les faisceaux et qui englobent en outre les groupes nombreux de réservoirs vasiformes.

Dans le *type bifacial*, la face supérieure tournée vers la lumière présente seule le tissu en palissades ou, en cas d'héliophobie, un tissu plus dense, tandis que la face inférieure est occupée par du parenchyme méatique avec toutes ses formes qui sont de connaissance vulgaire.

§ 3. — Signification des types du mésophylle au point de vue de l'espèce.

L'organisation bifaciale de la feuille est qualitativement différente de la disposition centrique dans laquelle il y a, en effet, adjonction d'une nouvelle zone de parenchyme spécialement assimilateur. D'après notre définition, les deux types ne peuvent pas se rencontrer dans la même espèce : on a vu plus haut que cette différence m'a servi à séparer des *Capparis orientaux* deux espèces australiennes, le *C. sarmentosa* et le

C. nummularia. La coïncidence de la structure anatomique avec la patrie est très surprenante, mais j'aurai l'occasion de montrer que ce n'est pas un cas isolé.

Ces particularités étant bien établies par l'observation, il faut se demander quelle est leur raison physiologique.

On comprend facilement que les feuilles placées verticalement, soit qu'elles appartiennent à une plante acaule, soit qu'elles se maintiennent plus ou moins verticalement, pendantes ou dressées sur la tige, peuvent souvent présenter une structure centrique, mais cela est moins clair pour les feuilles planes placées horizontalement; là cette structure centrique exprime une adaptation à un éclairage violent, tel que la lumière qui a traversé la moitié supérieure de la feuille et la lumière diffuse renvoyée par les objets environnants, dépasse encore l'intensité *optima* dont parle M. Famintzin.

§ 4. — Relation entre la structure du mésophylle et la distribution des stomates.

Dans les feuilles bifaciales dont les deux faces présentent une structure très différente, l'épiderme supérieur est presque toujours privé de stomates; les feuilles centriques, au contraire, présentent généralement des stomates sur les deux faces. Dans les formes moins extrêmes, surtout quand il s'agit d'herbes, la distribution des stomates paraît jouir d'une certaine indépendance vis-à-vis de la structure du mésophylle; elle est quelquefois presque uniforme dans toute une famille, comme celle des Composées, qui nous offre un exemple de stomates sur les deux faces des feuilles, quelle que soit la nature du mésophylle (1). On doit s'attendre à trouver beaucoup d'irrégularité, sous ce rapport, dans les formes peu caractérisées.

(1) Sur deux cents Composées étudiées, je n'ai pas trouvé une seule exception.

Structure centrique dans : *Catananche cærulea*, *Boltonia glastifolia*, *Echinacea serotina*, *Chrysanthemum coronarium*, etc.

Structure bifaciale dans : *Andryala sinuata*, *Urospermum picroides*, plusieurs *Hieracium*, *Dahlia*, *Mulgedium*, etc.

§ 5. — De l'emploi de la structure centrique ou bifaciale du mésophylle dans l'étude des grands genres.

1er *exemple : Dianthus.* — Les *D. pruinosus*, *Heddewigii*, *Caryophyllus*, *plumarius*, *vaginatus*, *cruentus*, offrent une structure centrique des plus caractérisées, avec stomates sur les deux faces. Le *D. barbatus*, au contraire, est un exemple de structure bifaciale, et l'épiderme de la face supérieure est privé de stomates; dans les premières, les faisceaux un peu importants sont accompagnés de forts massifs fibreux, soit du côté libérien seulement, soit également du côté trachéen, tandis que ces fibres font défaut dans le *D. barbatus*.

2e *exemple : Polygala.* — Le *P. myrtifolia* possède un mésophylle centrique et des stomates seulement à la face inférieure; le *P. virgata*, un mésophylle bifacial et des stomates sur les deux faces.

3e *exemple : Malva.* — Mésophylle centrique dans les *M. ambigua* et *pulchella*, bifacial dans le *M. sylvestris;* dans tous les trois, stomates sur les deux faces.

4e *exemple : Hibiscus.* — Les *H. liliiflorus*, *Rosa-sinensis* et le *Paritium tiliaceum* ont un mésophylle bifacial, le premier avec trois assises de palissades courtes, les deux autres avec une seule assise; mais l'*H. Rosa-sinensis* n'a pas de stomates à la face supérieure, tandis que les deux autres en présentent sur les deux faces.

5e *exemple : Salvia.* — Mésophylle centrique dans le *S. scabiosæfolia*, avec stomates sur les deux faces, bifacial dans le *S. glutinosa* avec stomates seulement à la face inférieure, etc., etc.

On voit que ce caractère, tiré de la structure du mésophylle, peut rendre des services dans la distinction des espèces appartenant à un même genre; il a d'autant plus de valeur pratique qu'il ne devra intervenir qu'après ceux qui indiquent encore les affinités, c'est-à-dire après la division du genre en sections, etc. Ce serait une erreur de croire que ce caractère anatomique doit être d'accord avec les divisions établies sur les organes de reproduction.

§ 6. — Moyens par lesquels la plante se protège contre une transpiration trop active.

Ces moyens sont : *a.* la réduction de la surface totale des feuilles et, dans certains cas, une aphyllie plus ou moins complète ; *b.* l'épaississement et les ornements de la cuticule ; *c.* la difficulté de l'accès de l'air aux stomates ; *d.* la densité du revêtement pileux.

§ 7. — Réduction de la surface totale des feuilles.

Il est connu de tout le monde que dans un même genre les feuilles peuvent prendre un développement très variable ; lorsque les différences sont faibles, et qu'elles ne s'accompagnent d'aucun autre caractère distinctif, il est impossible d'en tenir compte, car les dimensions de la feuille varient souvent, dans la même espèce, entre des limites très écartées, mais il n'en est pas de même lorsque cette modification va jusqu'à changer complètement l'aspect, le port de la plante.

Dans un grand nombre de genres, on voit se détacher de la forme commune une ou plusieurs espèces à feuilles linéaires ou aciculaires qui donnent au végétal un aspect « asparagoïde » ou, dans le cas de feuilles très courtes, un aspect « éricoïde » très prononcé (*Lepidium*, *Phlox*, etc.).

Certaines familles, comme celle des Ericacées, des Diosmées, etc., sont du reste prédisposées à ces types.

L'étude purement morphologique de ces distinctions sortant du cadre de ce mémoire, je ne m'y arrêterai pas davantage.

L'aphyllie partielle apparaît de même sporadiquement dans des genres dont les autres représentants paraissent être à première vue fort différents, tels que le *Capparis aphylla*, certains *Bossiæa*, *Templetonia*, *Spartium*, *Periploca*, *Astephanus*, etc. ; très souvent ce caractère a servi même à établir des genres, sous-genres, etc., mais il faut absolument refuser à l'aphyllie ce pouvoir ; pour qu'un genre semblable puisse être maintenu, il faut qu'il présente d'autres caractères d'une valeur taximonique plus grande (*Ochradenus*, *Jacksonia*, *Erinacea*, etc.) ; c'est ce qu'on peut appeler le type spartoïde.

§ 8. — L'épaississement de la cuticule.

En anatomie comparée, il n'y a aucun inconvénient à renoncer à la distinction entre la cuticule proprement dite et les couches cuticularisées. On sait que la cuticule, à mesure qu'elle s'épaissit, devient de plus en plus imperméable à l'eau, et de fait, un très grand nombre de végétaux, surtout à feuilles persistantes, arrivent par ce moyen à réduire la transpiration à la proportion absolument nécessaire. Cet épaississement n'a pour ainsi dire d'autre limite que l'imperméabilité absolue; il il est donc clair que la plante, une fois *amorcée* dans la voie de l'épaississement de la cuticule, ne sera pas tentée de créer un autre organe, comme les poils, pour diminuer encore la transpiration; de là découlent plusieurs circonstances curieuses : 1° les plantes hélioxérophiles ont ou bien une cuticule épaisse ou bien un revêtement pileux très dense; 2° ces deux caractères ne se trouvent pas réunis sur une même plante; 3° d'après notre définition de l'espèce végétale, la cuticule très épaisse avec absence de poils et les poils très nombreux avec une cuticule mince constituent des caractères d'espèce.

§ 9. — Ornements de la cuticule.

Lorsque les parois externes des cellules épidermiques sont planes, la cuticule est généralement lisse; lorsqu'au contraire chaque cellule forme une convexité vers l'extérieur, elle est presque toujours ornée soit de stries parallèles droites, onduleuses ou plus ou moins entortillées, soit de perles plus ou moins rapprochées, soit enfin d'un réseau souvent très élégant. Dans le cas de stries, surtout de stries parallèles, ces saillies s'étendent sans interruption d'une cellule à l'autre ; leur direction est déterminée par celle des nervures; dans d'autres cas elles convergent vers les stomates et la base des poils, plus rarement elles contournent les stomates. Dans le cas de perles ou d'un réseau, les ornements sont souvent confinés au milieu des cellules et les parties correspondant aux parois verticale restent lisses.

Le mode d'ornement, stries, perles ou réseau, est un excellent caractère d'espèce, car une fois engagée dans une de ces voies la plante ne peut être sollicitée vers un changement; si le nombre des saillies qu'elle possède ne suffit pas, elle n'a qu'à l'augmenter, resserrer les stries, multiplier les perles ou les mailles du réseau, sans changer la nature du dessin; celle-ci est souvent en rapport avec la géographie botanique, ce qui semble prouver une prédisposition évidente de l'ancêtre commun des espèces qui habitent une même contrée.

Les Cléomées de l'Amérique du Nord (*Isomeris arborea* Nutt. et *Wislizenia refracta* Engelm.) se distinguent par leur réseau cuticulaire.

Il serait bien difficile de déterminer le rôle de ces dessins cuticulaires par l'expérience; mais étant donnée cette circonstance singulière que les épidermes plans en sont ordinairement dépourvus, tandis que les parties convexes en présentent presque toujours, il est permis d'émettre une hypothèse à mes yeux fort plausible. Chaque cellule convexe représente en effet une lentille convergente qui, malgré ses faibles dimensions peut, surtout dans les pays chauds, notablement surélever la température en un point déterminé de la cellule épidermique; il est donc important, dans ce cas, de remplacer la vitre lisse par une vitre cannelée qui a pour effet de disperser, d'égaliser la lumière incidente; de cette manière on comprend pourquoi, dans un grand nombre de cas, les cellules convexes qui avoisinent les stomates ou les poils enfoncés au-dessous du niveau de l'épiderme et celles qui se relèvent en petites saillies autour de la base des poils sont striées tandis que les autres ne le sont pas.

§ 10. — Difficulté de l'accès de l'air aux stomates.

On s'accorde généralement à dire aujourd'hui que les stomates sont des appareils de transpiration; il existe une transpiration stomatique comme il y en a une cuticulaire. Lorsqu'une plante est quelque peu héliophile, on n'y trouvera jamais des stomates saillants sur une feuille glabre. La nature

semble faire tout ce qu'elle peut pour soustraire les stomates au contact de l'atmosphère libre; les moyens qu'elle emploie sont d'une variété surprenante; chacun d'eux constitue naturellement un caractère d'espèce.

a. Les stomates sont cachés au-dessous de nombreux poils enchevêtrés et formant un *tomentum* épais; dans ce cas ils sont presque toujours saillants.

b. Ils sont cachés dans une double gouttière des feuilles aciculaires des *Erica*.

c. Les parties de l'épiderme inférieur muni de stomates sont entourées d'un réseau de nervures très saillantes et garnies de poils.

d. Les stomates sont cachés au fond de cryptes creusées dans le parenchyme de la face inférieure et obstruées par des poils (*Nerium Oleander*, cas isolé jusqu'à présent, auquel je puis ajouter le *Capparis Breynia*), simple exagération du moyen précédent (1).

e. L'épiderme étant glabre et la cuticule épaisse, les cellules stomatiques sont situées plus profondément que le niveau extérieur de l'épiderme ou même que celui des cellules épidermiques elles-mêmes, et l'ostiole est en communication avec l'extérieur par un trou plus ou moins étroit à parois souvent striées.

f. Dans le *Passerina filiformis* dont les feuilles redressées sont appliquées par leur face supérieure sur la tige, les stomates n'existent que sur cette face et se trouvent cachés entre la feuille et la tige.

§ 11. — Moyens par lesquels la plante emmagasine de l'eau dans son corps.

Au point de vue de leur fonctionnement, les éléments chargés d'emmagasiner de l'eau au moment propice et de la céder aux tissus environnants pendant les périodes de sécheresse, sont de deux espèces, les uns constamment remplis d'eau et

(1) Cela est bien évident, par exemple, quand on compare entre eux les *Capparis* de la section *Breyniastrum*, surtout les *C. Breynia* et *ferruginea*.

limités par des membranes flexibles qui permettent à l'élément tout entier de diminuer de volume, les autres pourvus d'une membrane rigide, à volume constant et dans laquelle la diminution de la pression se traduit par le dégagement de l'air dissous dans l'eau. Toutes les cellules parenchymateuses jouent jusqu'à un certain point le rôle de réservoir, puisque les feuilles peuvent se faner et revenir ensuite à leur turgescence primitive; les plantes grasses peuvent se contenter de ce parenchyme très abondant. Mais il s'agit ici d'énumérer les organes spécialement affectés à ce service; ce sont, pour la première catégorie : l'épiderme multiple et l'hypoderme, pour la seconde, les vaisseaux (et les fibres ligneuses) et des réservoirs spéciaux qui n'en sont qu'une modification, et que nous appellerons les « réservoirs vasiformes ».

Une plante adaptée par l'adjonction d'un de ces organes à la sécheresse périodique diffère spécifiquement de celle qui l'est par l'adjonction d'un autre organe, mais le degré de développement des organes ne constitue pas un caractère d'espèce. Le *Capparis galeata* avec ses énormes réservoirs vasiformes, appartient à la même espèce que le *C. spinosa* dans les feuilles duquel ces éléments ne dépassent guère le volume des cellules environnantes.

Je m'abstiendrai de répéter pour tous les organes le même raisonnement : il est parfaitement évident que si une lignée de plantes s'est adaptée à la sécheresse par la création d'un hypoderme, l'excès de cette sécheresse ne pourra que faire augmenter l'importance de ce tissu sans qu'il soit le moins du monde possible que l'hypoderme disparaisse pour faire place à des réservoirs vasiformes; cette lignée s'est engagée d'emblée dans la formation de l'hypoderme, une autre dans celle d'un épiderme multiple, une troisième dans celle des réservoirs vasiformes; ces trois lignées descendant d'un même ancêtre (correspondant à l'espèce animale) sont, d'après notre définition, trois espèces distinctes.

§ 12. — Epiderme multiple et hypoderme.

Ce n'est pas ici le lieu de résumer les caractères anatomiques de ces deux tissus fort bien connus aujourd'hui. L'un et l'autre joignent à leurs fonctions aquifères celle d'absorber les rayons obscurs, surtout les rayons chimiques. J'ai eu l'occasion de constater, lors des essais de M. Dehérain à l'Exposition d'électricité, que sur certaines plantes à hypoderme qu'il avait exposées à l'arc voltaïque nu, ce tissu seul avec l'épiderme étaient tués, tandis que le parenchyme vert sous-jacent n'avait point changé de couleur.

On pense depuis longtemps que l'hypoderme sert de magasin d'eau aux plantes exposées à en manquer par intervalles. M. Pfitzer (1) déjà, à la suite d'une étude anatomique de ce tissu, émet cette opinion, malgré l'habitude que l'on a, dans les serres, de cultiver les *Peperomia* comme des plantes hygrophiles. M. Schribeaux, un des élèves les plus distingués de l'Institut agronomique, a fait sous ma direction une série d'expériences sur les feuilles de l'*Æschinanthus*. Il lui a été facile de constater que, la face supérieure étant à l'air humide, la face inférieure à l'air sec, c'est néanmoins le parenchyme hypodermique qui perd l'eau évaporée, preuve que les cellules de la face inférieure, grâce à leurs contours arrondis et à l'élasticité de leurs parois cellulaires, ont le pouvoir de soustraire immédiatement à l'hypoderme l'eau qu'elles ont perdue elles-mêmes; à mesure qu'elles perdent de l'eau, les cellules hypodermiques s'affaissent, les parois verticales se plissent à la manière d'une lanterne vénitienne ou d'un soufflet de chambre noire, et, quand elles reçoivent de nouvelles quantités d'eau, elles reprennent leur volume initial (*Pleurothallis ophiocephala*).

(1) Pfitzer, *Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot.*, VIII, 16.

§ 13. — Vaisseaux et réservoirs vasiformes.

J'ai déjà soutenu en 1876 que les vaisseaux servent surtout de réservoirs d'eau. Le mémoire (1) dans lequel je soutiens cette thèse a passé à peu près inaperçu, peut-être à cause de la forme mathématique que je lui ai donnée, peut-être aussi parce que la théorie d'imbibition étant alors régnante, du moins en Allemagne, on l'a écarté comme étant en désaccord avec les dogmes partout enseignés, tandis qu'il ne l'était qu'avec une hypothèse qui a fait son temps. Après le nouveau mémoire de M. Bœhm (2), je pense qu'il est inutile d'exposer de nouveau le mode de fonctionnement de ces appareils.

Le rôle des vaisseaux, sous le rapport de la réserve d'eau, est assurément fort restreint dans la feuille, mais il n'en est pas de même des réservoirs vasiformes ; ces éléments, qui ne sont que des vaisseaux énormément élargis, occupent par groupes les extrémités libres des faisceaux dans le limbe de la feuille ; ils sont ponctués comme les vaisseaux, et leurs parois restent en général assez minces quoiqu'elles soient lignifiées. Leur volume, extrêmement variable, peut aller jusqu'à occuper une grande partie de l'épaisseur totale du mésophylle.

§ 14. — Éléments mécaniques qui servent à soutenir les tissus parenchymateux de la feuille exposée à se faner.

Lorsqu'une feuille est dépourvue d'éléments mécaniques proprement dits, on dit que l'espèce est *malacophylle*.

Le soutien mécanique qu'on rencontre dans un très grand nombre d'espèces, surtout à feuilles persistantes, est obtenu de plusieurs manières différentes :

1° Par le développement des systèmes mécaniques du faisceau fibro-vasculaire lui-même ;

2° Par des fibres mécaniques qui parcourent les paren-

(1) Vesque, *Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure du bois* (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. III, p. 358).

(2) Bœhm, *De la cause du mouvement de l'eau dans les plantes* (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. XII, p. 233).

chymes en restant simples ou en se ramifiant, et qui vont se terminer ordinairement après un parcours plus ou moins long, sous l'épiderme;

3° Par des cellules scléreuses résultant de la transformation secondaire de certaines cellules parenchymateuses du mésophylle.

§ 15. — Développement du système mécanique des faisceaux fibro-vasculaires.

Au premier degré du développement mécanique, les faisceaux sont accompagnés en dessous, du côté libérien, d'un massif de fibres mécaniques; on trouve alors des veinules saillantes en dessous sur les échantillons secs de l'herbier.

A un degré plus avancé, il apparaît un massif semblable au-dessus du faisceau, du côté ligneux, ces deux massifs fibreux peuvent se rejoindre sur les côtés pour enfermer le faisceau dans une gaine solide; enfin, les massifs fibreux peuvent se prolonger verticalement vers les deux épidermes ou vers un seul, s'y élargir et prendre, en section transversale, la forme d'un double T.

§ 16. — Fibres mécaniques aberrantes.

Ces fibres sont ordinairement en rapport manifeste avec les massifs fibreux des faisceaux; on les a très fréquemment observées et décrites; je n'ai donc qu'à insister sur ce point que leur présence ne doit être considérée que comme un caractère d'espèce. Il est vrai que certains genres, comme les *Clavija*, les présentent à peu près dans toutes leurs espèces, mais cela est fortuit, et ces fibres ne sont point un caractère générique véritable dans ce cas, mais un indice purement empirique. Je propose de donner aux espèces qui présentent ces fibres le nom d'*oléoïdes*, parce qu'elles s'observent fréquemment dans les espèces du genre *Olea*.

§ 17. — Cellules scléreuses.

Il n'y a peut-être pas un seul élément anatomique qui ait été l'objet de plus d'observations que ces curieuses cellules

scléreuses dont le mésophylle d'un grand nombre d'espèces est parsemé, surtout dans la famille des Protéacées. On pourrait croire qu'elles constituent un caractère de famille ou tout au moins de genre, parce qu'on les trouve si universellement répandues dans cette famille et dans certains genres appartenant à d'autres familles (*Fagræa*) ; mais c'est encore là une simple coïncidence, partout ailleurs on trouve sporadiquement des espèces à cellules scléreuses, ainsi que cela ressortira nettement de la monographie des Capparidées.

Le plus souvent on reconnaît fort bien l'origine de ces éléments mécaniques par la place qu'ils occupent; ils peuvent prendre naissance dans toutes les régions du mésophylle, mais leur point de départ est fixe pour chaque espèce. Au point de vue de leur forme, il est bon de les diviser en deux catégories. Dans la première, les cellules scléreuses sont privées d'accroissement propre; leur forme ne change pas, reste semblable à celle des éléments environnants, et l'équilibre d'accroissement entre ces cellules et leurs voisines n'est pas rompu. Celles de la seconde catégorie sont au contraire douées d'un accroissement propre plus ou moins marqué; elles s'allongent, se ramifient, s'insinuent dans les méats environnants, forment quelquefois ce que l'on a appelé dans les Aroïdées des poils internes (*Ruyschia souroubea*). Dans ce cas, leur forme dépend naturellement de la place qu'elles occupent dans la feuille; lorsqu'elles résultent de la transformation d'une des cellules en palissades, elles s'élargissent ordinairement en tête de clou sous l'épiderme supérieur en se ramifiant librement par leur extrémité inférieure; placées au milieu du mésophylle, elles peuvent prendre une forme plus régulière en s'étendant à peu près également dans toutes les directions; parfois elles constituent une assise continue sous les épidermes; enfin, sous l'épiderme inférieur, elles se comportent comme au milieu du mésophylle dans le cas d'une feuille bifaciale, tandis qu'elles se rapprochent de la forme d'un clou renversé dans les feuilles centriques.

Je propose d'appeler *protéoïdes* les feuilles pourvues de cel-

lules scléreuses; on pourra désigner la place de ces éléments en appelant la feuille *homoprotéoïde*, les cellules scléreuses étant répandues partout; *épiprotéoïde*, ces éléments se trouvant à la face supérieure; *mésoprotéoïde* et *hypoprotéoïde*, pour indiquer leur position médiane ou inférieure.

CHAPITRE IV

IDÉES GÉNÉRALES SUR LA MARCHE A SUIVRE DANS LA CRÉATION DE L'ANATOMIE COMPARÉE

Tout le monde sait qu'il y a deux manières différentes d'écrire l'Anatomie comparée : 1° en prenant pour têtes de chapitres les noms des organes et en y inscrivant les modifications qu'on a rencontrées dans différents végétaux; 2° en inscrivant en tête les noms des familles et espèces et en les décrivant anatomiquement les unes après les autres. Nous ne possédons jusqu'à présent que la première de ces anatomies comparées; le livre de M. de Bary en est le plus bel exemple qu'on puisse citer; la seconde est entièrement à créer.

Après avoir montré dans quels organes il faut chercher les caractères de famille et quelles sont les particularités anatomiques qui permettent de reconnaître l'espèce, je crois pouvoir terminer ce mémoire en indiquant le chemin le plus court et le plus rationnel qu'on devra suivre quand on voudra coopérer à la création de l'anatomie comparée systématique.

La mécanique joue un rôle immense dans la structure des végétaux; il suffit que, dans une même famille, les herbes accompagnent les végétaux ligneux pour que toute leur structure soit profondément modifiée au point de rendre leur affinité méconnaissable, si l'on n'a recours aux caractères anatomiques de famille que j'ai indiqués et qui paraissent bien mesquins à côté de l'ensemble imposant de la structure générale de la plante.

Le développement du système fibro-vasculaire dans les nervures et dans le pétiole dépend des dimensions de la feuille,

celles-ci du milieu ambiant et d'une prédisposition innée de l'espèce ; il pourra donc varier beaucoup entre espèces voisines. Le port de la plante lui-même, d'une manière générale indépendant de ses affinités, nécessite des dispositions anatomiques particulières tellement importantes, que les quelques caractères anatomiques vraiment taxinomiques échappent à un examen superficiel. Il est donc bien évident qu'il faudra établir, pour étudier l'anatomie comparée, trois systèmes linéaires, dirigés suivant les trois dimensions : inscrire dans la première la suite des familles et des dernières formes phylétiques, dans la deuxième les différents types du port, dans la troisième enfin les différentes formes de l'épharmonisme; la combinaison de ces trois données fournira immédiatement la structure d'un végétal quelconque, sauf l'intervention de ces caractères encore obscurs, mais heureusement rares que j'ai appelés *taxignomiques*.

A chacun des types du port correspond en effet une structure anatomique particulière, quel que soit le groupe naturel auquel la plante appartient, et cette similitude est quelquefois poussée à un degré étonnant. On rencontre, par exemple, des plantes sarmenteuses dans une foule de familles ; sans parler même de la structure interne, n'y a-t-il pas lieu d'être étonné de trouver dans les *Lonicera* sarmenteux, les *Vitis* et les *Clematis* exactement le même mode de décortication qui donne aux écorces de ces plantes un aspect presque identique. Qui n'a été frappé de la similitude de structure d'un *Cassytha* et d'un *Cuscuta* ; il faut aller chercher, dans les cellules oléigènes et les cellules scléreuses unifaciales de l'écorce du *Cassytha*, les caractères de la famille des Laurinées. Les plantes charnues, les espèces aquatiques, les espèces aphylles, etc., sont exactement dans le même cas.

La première étude à faire est donc celle des caractères anatomiques propres à chacun de ces types et *indépendants* de l'affinité.

Que ces types se trouvent par endroits en connexion avec l'épharmonisme, cela importe peu; il y a des choses si

étroitement unies qu'on ne peut les séparer ; de cette manière certaines cases de notre système resteront vides.

Pour les classer, il faudra encore une fois avoir recours à une table de Pythagore, dans la série horizontale de laquelle nous inscrirons :

Plantes : Dressées,	Couchées, avec les différentes variations,	Grimpantes, avec les différentes variations,

et dont les colonnes verticales représenteront les types motivés par des raisons physiologiques :

Monocarpien herbacé.
Polycarpien ligneux.
Ericoïde.
Spartoïde.
Asparagoïde.
Charnu, avec ses variations.
Aquatique, avec ses variations.
Rhizomateux.
Bulbeux.
Tuberculeux.
Sarcorhizé, etc. etc.,

en les classant naturellement le plus logiquement possible, ce qui ne sera point une tâche facile.

Etant donné, par exemple, que telle plante est subcharnue, grimpante, qu'elle appartient à la famille des Composées, Sénécionidées, qu'elle est malacophylle héliophobe, on pourra à priori donner une description fort complète de certains *Senecio*.

APHORISMES.

1. Les caractères anatomiques des familles doivent être choisis parmi ceux qui, par leur faible importance physiologique, échappent à l'adaptation au milieu et à l'influence mécanique du port de la plante.

2. Ces caractères sont, par ordre d'importance : le mode de développement des stomates, l'aspect de l'appareil stomatique adulte, la composition élémentaire des poils, la forme des

cristaux, la nature des organes sécréteurs : glandes internes, laticifères, etc., dans une plus faible mesure et à un certain point de vue, la structure des nervures et du pétiole.

3. Le port de la plante est, dans son essence, indépendant de de ses affinités.

4. A chaque type du port correspond un ensemble de caractères anatomiques qui se présente partout, quelle que soit la place que la plante occupe dans le système taxinomique.

5. Ces types sont en partie mécaniques : plantes droites, couchées, grimpantes, etc., en partie physiologiques : plantes herbacées, ligneuses, grasses, aquatiques, etc.

6. La combinaison de ces deux catégories de types permettra d'établir une série artificielle linéaire dont chaque membre doit recevoir le nom de la plante, terminé en « oïde », qui en représente l'exemple le plus vulgaire.

7. Chacun de ces termes devra être soumis à une étude anatomique, afin qu'on puisse fixer les caractères qui lui sont propres et qui ne dépendent pas des affinités réelles de la plante.

8. Le genre est une création artificielle.

9. L'étude du dernier échelon phylétique est plus importante que celle du genre.

10. Le dernier échelon phylétique végétal correspond, dans l'immense majorité des cas, à l'espèce animale.

11. Les différences qui permettent de diviser les formes appartenant à la dernière division phylétique, sont d'ordre purement épharmonique, c'est-à-dire d'adaptation au milieu inerte.

12. L'adaptation au milieu inerte est l'effet de l'influence du milieu transmise par l'hérédité et fixée par la sélection.

13. Trois définitions de l'espèce végétale sont possibles :

a. L'espèce est l'ensemble des végétaux qui ne diffèrent entre eux que par des caractères épharmoniques.

b. L'espèce est l'ensemble des végétaux qui ne diffèrent entre eux que par la nature qualitative des organes épharmoniques.

c. L'espèce est l'ensemble des végétaux qui ne diffèrent entre eux ni par la nature qualitative, ni par la nature quantitative (c'est-à-dire le degré de développement) des organes épharmoniques.

14. De ces trois définitions la première est la plus logique.

15. Etant donné l'état actuel de la botanique descriptive, il convient d'adopter la deuxième.

16. La troisième conduit au Jordanisme.

17. Il est impossible, sauf exceptions, de déterminer le genre à l'aide de l'anatomie des tissus.

18. Les exceptions à cette règle reposent sur des caractères taxignomiques (caractères anatomiques de M. de Bary) ou parfois sur la forme des poils.

19. On ne peut donc déterminer anatomiquement que la famille et l'espèce.

20. L'anatomie étant supposée connue, on pourra à priori connaître la structure d'un végétal quand on saura qu'il appartient :

1° A telle division phylétique ultime ;

2° A tel type du port ;

3° A tel type épharmonique.

21. L'épharmonisme trouve sa meilleure expression dans l'anatomie de la feuille.

22. Les principaux caractères de l'espèce, tirés de l'anatomie de la feuille et d'après les définitions adoptées, sont :

La présence ou l'absence générale des cristaux ;

La présence ou l'absence des cristaux dans l'épiderme ;

La nature, mais non la densité, des dessins cuticulaires ;

L'épiderme simple ou multiple ;

La présence ou l'absence de l'hypoderme ;

La structure bifaciale ou centrique du mésophylle ;

La présence ou l'absence de massifs fibreux accompagnant les faisceaux ;

La présence ou l'absence des réservoirs vasiformes ;

La présence ou l'absence de fibres parcourant le mésophylle ;

La présence ou l'absence de cellules scléreuses :

a. Privées d'accroissement propre;

b. Douées d'accroissement propre;

α. Appartenant au parenchyme de la face supérieure;

β. Appartenant au parenchyme de la face inférieure;

γ. Appartenant à la zone moyenne.

23. La forme des poils étant un caractère générique ou plutôt sous-générique, sera d'un grand secours dans la détermination des espèces.

24. La disposition et la structure du ou des faisceaux dans le pétiole dépend de la longueur de cet organe et des fonctions accessoires qu'il peut remplir, par exemple, dans le clématisme; son étude pourra donc fournir des caractères d'espèce, mais d'une fixité un peu moindre que ceux que je viens d'énumérer.

25. L'espèce, telle que nous l'avons définie, peut se diviser :

a. Selon le degré de développement des organes épharmoniques en formes correspondant à notre troisième définition de l'espèce.

b. Par des caractères phylétiques de peu d'importance, en variétés *proprement dites*.

ESSAI

D'UNE

MONOGRAPHIE ANATOMIQUE ET DESCRIPTIVE

DE LA TRIBU DES CAPPARÉES

(CAPPARIDÉES LIGNEUSES)

Par M. Julien VESQUE.

AVANT-PROPOS

Ce n'est pas le hasard qui m'a conduit à tenter l'application des idées énoncées dans le mémoire précédent précisément à une famille dont le choix paraîtra étrange à la plupart de mes lecteurs. L'étude des caractères anatomiques des familles m'a bientôt fait reconnaître que celle des Capparidées est une des plus variables aux point de vue anatomique. Il est évident que les caractères spécifiques doivent être plus tranchés dans les espèces ligneuses que dans les herbes ; c'est pour cette raison que j'ai laissé les *Cléomées* de côté, me bornant à une description sommaire qui porte sur toute la famille des Capparidées.

Mon *but principal*, pour ne pas dire *unique*, étant de prouver que les caractères anatomiques de l'espèce *sont beaucoup plus nets*, *plus précis* que les caractères organographiques employés jusqu'à ce jour, je ne me suis pas cru obligé de faire ma monographie aussi complète que possible ; j'ai simplement décrit les espèces de l'herbier du Muséum qui m'ont semblé porter un nom exact ; mais pour que toute erreur de détermination pût être facilement redressée, j'ai indiqué, pour toutes les espèces, la provenance de l'échantillon ou des échantillons dont j'ai pu disposer.

Tous les savants qui s'occupent de la détermination des plantes savent fort bien que les livres seuls ne conduisent pas au but d'une manière assez certaine pour les dispenser de longues confrontations avec les types, qu'il faut le plus souvent aller consulter dans les principaux herbiers de l'Europe.

Je ne crains pas d'avancer que, pour les plantes ligneuses du moins, ces interminables voyages deviendront absolument inutiles et que, le genre étant connu, une analyse micrographique, qui exige à peine un quart d'heure, conduira à une détermination d'une certitude absolue.

EXPLICATION DE QUELQUES-UNES DES DÉNOMINATIONS EMPLOYÉES.

J'aurais voulu écrire cet essai en latin; mais, depuis que cette langue est tombée en désuétude dans les travaux anatomiques, on a décrit et dénommé tant d'organes nouveaux, qu'il eût fallu créer une langue toute nouvelle, condamnée d'avance à devenir barbare et ridicule.

Même en français, ces descriptions sommaires laisseront beaucoup à désirer au point de vue de la forme ; c'est là un défaut peu important à côté de l'immense avantage de la concision et de la méthode qui, je l'espère, paraîtront suffisantes.

Epiderme rectiligne, *recticurviligne*, *curviligne*, *curviligne onduleux*, *onduleux :* épiderme à parois verticales rectilignes, en partie rectilignes et curvilignes, etc.

Mésophylle centrique : celui qui présente du parenchyme assimilateur (en palissades) sur les deux faces.

Mésophylle bifacial : celui dont les deux faces sont différentes, les palissades n'existant qu'à la face supérieure.

Mésophylle subcentrique, *subbifacial*, pour les formes moins nettes, les palissades étant peu développées.

Faisceaux immergés : ceux qui se trouvent entourés du parenchyme vert du mésophylle sans être liés à l'épiderme par des fibres ou par du parenchyme incolore plus ou moins collenchymateux.

Fibres mécaniques, *éléments mécaniques :* dans le sens de M. Schwendener, les fibres libériennes, sans égard pour leur position.

Faisceau disjoint : je considère le faisceau foliaire des Capparidées comme un faisceau unique; mais lorsqu'il est assez

développé, il se coupe par des rayons médullaires; ceux-ci étant très larges, le faisceau est *disjoint;* il est dit subdisjoint lorsque les rayons médullaires sont très minces, et que la disjonction n'est reconnaissable qu'aux massifs fibreux isolés et aux pointes du bois primaire.

Faisceau inverse : les deux cornes d'un faisceau arqué peuvent se détacher, se rejoindre et former au-dessus du faisceau principal d'une nervure un faisceau à bois inférieur et à liber supérieur : c'est le faisceau inverse.

Faisceau annulaire et subannulaire : le faisceau arqué se refermant sur lui-même par la réunion des deux cornes, devient annulaire et renferme une moelle qui lui est propre et qui diffère même fréquemment du parenchyme cortical; cette modification est causée par le poids de la feuille et la longueur du pétiole. Lorsque la jonction des cornes est incomplète ou que la dorsiventralité est très visible, je dis que le faisceau est subannulaire.

CAPPARIDÉES.

A. — CLÉOMÉES.

Poils mécaniques simples unicellulés ou cloisonnés, ou glanduleux capités, à pied unisérié ou plurisérié, à tête uni-multicellulée, quelquefois transformés, par avortement de la glande, en poils mécaniques multisériés; stomates entourés ordinairement de plusieurs cellules irrégulièrement disposées; cellule-mère spéciale formée par deux divisions à angle droit; cristaux rares, simples, prismatiques plus ou moins modifiés. Appareils glanduleux intérieurs et laticifères nuls. Parenchyme vert presque toujours non interrompu au-dessus du faisceau de la nervure médiane.

Les différents genres de cette tribu sont si étroitement liés entre eux, qu'il n'est pas possible de les distinguer anatomiquement; cela est d'autant plus vrai, que le plus étendu, le genre *Cleome*, offre une assez grande variété de port en relation avec

la station de ces plantes et qui entraîne des modifications de structure correspondantes (1).

Les poils purement mécaniques sont rares (*Isomeris arborea* Nutt.) : il semble que toute l'activité de l'épiderme se borne à la production des poils glanduleux qui constituent un des caractères les plus constants du groupe. Toutes les espèces, en effet, en sont plus ou moins garnies et portent toute une collection de ces organes, depuis le poil capité unisérié à tête unicellulée jusqu'au multisérié à tête formée par toute une masse de tissus. Ces poils glanduleux subissent une métamorphose singulière dans une espèce remarquablement hispide, le *Cleome monophylla;* la tête ne se développe pas, mais les cellules du pied multisérié se terminent chacune par un petit crochet obtus renversé en dehors ; ce poil s'accroît à la manière du pappus des Composées ; les cellules de la base sont quelquefois sclérifiées (ou même incrustées.)

Les stomates sont répandus sur les deux faces de la feuille ; leur développement a été étudié sur le *Cleome pungens :* la cellule mère se divise par une cloison en deux compartiments égaux, dont l'un subit une nouvelle division presque perpendiculaire à la première, l'une de ces dernières parfois encore une division parallèle à la première ; le stomate est ordinairement entouré de quatre cellules dont deux peuvent prendre dans quelques cas une direction bien franchement parallèle à l'ostiole (*Cleome glauca* DC.).

Les épidermes sont onduleux sur les feuilles membraneuses, recti-curvilignes au contraire sur les feuilles subcharnues ou coriaces des espèces xérophiles. Ils renferment des cristaux dans le *Cleome pungens.* Ordinairement plane et lisse, la cuticule dessine, dans l'*Isomeris* et le *Wislizenia refracta* Engelm. (tous les deux de l'Amérique septentrionale occidentale), la forme bombée des cellules épidermiques et se couvre en même temps d'un réseau cuticulaire formé par des

(1) On y rencontre le type commun, à feuilles membraneuses (*C. pungens*, etc.), xérophile (*C. glauca, droserifolia*), asparagoïde (*Physostemon intermedium*), etc.

lames saillantes normales à la surface des cellules et d'une grande élégance. On y trouve un dépôt de cire granuleux dans le *Cleome glauca* qui présente, en outre, au milieu des cellules épidermiques ordinaires, d'autres beaucoup plus grandes, légèrement bombées en dehors et de contour arrondi, dont la destination m'est inconnue et qu'on retrouve dans le *Courbonia glauca*.

Outre les cristaux, on trouve dans la zone moyenne du mésophylle ou dans le pétiole de quelques espèces (*Cl. speciosa*, *chrysantha*) des concrétions mamelonnées dont la nature ne me paraît pas bien établie ; en effet elles noircissent et deviennent granuleuses dans la potasse.

Quoique appartenant à plusieurs types anatomiques distincts, la plupart des *Cleome* et des espèces voisines paraissent être héliophiles ; le parenchyme en palissades y est ordinairement très développé (1); il existe à la face inférieure aussi bien qu'à la supérieure, et entre les deux règne un parenchyme ordinairement incolore fort de deux assises, dans lequel courent les faisceaux (particulièment bien développés dans le *Cl. chrysantha*).

Les rangées de palissades varient peu, le plus souvent deux en dessus et trois plus courtes en dessous.

Les faisceaux sont presque toujours dépourvus de fibres dans le limbe ; je n'ai trouvé les fibres libériennes très bien développées que dans le *Physostemon intermedium*, plante d'un port asparagoïde très prononcé.

Le pétiole renferme un faisceau en gouttière ou plusieurs disposés en un arc ouvert en haut, suivant les dimensions et la nature simple ou composée de la feuille ; tantôt ils sont accompagnés de quelques fibres libériennes, tantôt ils en sont dépourvus.

A part le dessin réticulé de la cuticule dans les deux genres monotypes *Wislizenia* et *Isomeris*, il est impossible de préciser

(1) Il faut se méfier de l'influence de la culture, dont un des effets est de faire disparaître les palissades.

les caractères qui distinguent anatomiquement les genres. Mais, grâce aux milieux différents qu'habitent les *Cleome* et les espèces des genres voisins (*Gynandropsis*, *Polanisia*, etc.), il y aura d'importantes coupes à faire en vue de la détermination des espèces.

B. — CAPPARÉES.

Pas plus que dans les Cléomées, il ne saurait être question ici d'une caractéristique des genres ; ces distinctions reposent en effet uniquement sur les caractères de la fleur et du fruit ; le port lui-même n'a pas été considéré comme suffisant, et selon moi avec raison, pour grouper les genres ou pour séparer certaines espèces de leurs congénères ; il est vrai cependant que les genres *Atamisquea* Miers et *Apophyllum* F. Muell. se distinguent par leur port « aphylle » très prononcé, les feuilles étant plus ou moins complètement avortées et l'écorce primaire de la tige disposée de manière à remplir les fonctions des feuilles ; mais ce n'est pas à cause de son port que le genre *Apophyllum* doit être séparé des *Capparis*, qui du reste renferment une espèce de port analogue, le *Sodada decidua;* cela ne vient par exemple pas à l'idée de MM. Bentham et Hooker, car ils disent (*Genera* I, p. 109) à propos de l'*Apophyllum :* « *Genus a Capparide floribus dioïcis ovarioque sæpissime* 1-*ovulato tantum distinguendum.* » Chez les mêmes auteurs le genre *Schepperia* Neck., qui présente ce port au même degré, est réuni aux *Cadaba* Forsk. à feuilles bien développées et même composées 3-foliolées.

Outre ce type, on ne rencontre guère dans toute la tribu que des variétés plus ou moins héliophiles, plus ou moins xérophiles, du type ligneux commun, arbre ou arbrisseau.

Les poils sont, d'une manière générale, plus rares que dans les Cléomées, surtout les poils glanduleux si caractéristiques pour cette dernière tribu. On rencontre une variété de ces petits organes faite pour déconcerter l'observateur s'il n'était fixé d'avance sur leur valeur dans la classification. Comme dans les Cléomées, il y en a de purement mécaniques, unicel-

lulés ou cloisonnés transversalement, et des poils glanduleux à pied plurisérié, à tête arrondie ou transformée en écusson appliqué à plat sur la feuille ou la tige. Ainsi qu'il vient d'être dit, il n'existe aucune différence générique sous ce rapport, le genre le plus riche en espèces, *Capparis*, présente en effet toute la variété imaginable : les poils mécaniques sont unicellulés quand ils ne dépassent pas une certaine longueur; dans le cas contraire, ils sont divisés en plusieurs compartiments par des membranes transversales extrêmement fines (*Capparis oleoïdes* Burch., *thyrsiflora*, *tomentosa* Lam., etc.) ; les feuilles du *C. polymorpha* A. Rich. sont couvertes d'un mélange de poils simples unicellulés et cloisonnés. Sur les jeunes organes et à la face inférieure des feuilles adultes du *C. spinosa*, on trouve des poils fusiformes très larges au milieu, insérés par une base étroite et aigus au sommet, à parois minces, ou épaissies unilatéralement. Une forme analogue, épaissie d'un seul côté, comme dans les *Clematis*, caractérise le *C. Rothii* Oliv. Enfin on conçoit que la forme simple du *C. spinosa* puisse, par la formation d'un talon à son point d'insertion, conduire au poil malpighiacé tel qu'on le rencontre dans le *C. Volkameriæ*, DC., etc.

Les poils glanduleux, si caractéristiques dans les Cléomées, sont au contraire rares dans les Capparées; on peut les observer bien développés dans le *Cadaba glandulosa* Forsk. Très fréquemment, au contraire, leur tête se transforme par l'excroissance des cellules en un écusson à bords presque entiers ou dentés (*Capparis salicifolia*, *Atamisquea emarginata* Miers), ou en un pinceau de cellules plus ou moins allongées rayonnant autour d'un centre commun (*Steriphoma paradoxum* Endl.).

Les stomates se développent de la même manière que dans les Cléomées; quant au mésophylle, la plus grande diversité règne parmi les espèces même très voisines. Les cristaux font parfois défaut ou plutôt ils sont tellement rares ou petits qu'on ne les découvre pas aisément, d'autres fois au contraire ils sont très nombreux et très volumineux, comme dans le *Capparis pubiflora* dont les feuilles sont pour ainsi dire minéra-

lisées. Leur forme est très variable, en prismes obliques simples ou mâclés, souvent en étoile hexagonale composée de deux lames triangulaires superposées, fasciculés, c'est-à-dire composés de prismes parallèles réunis en faisceaux, enfin agglomérés en oursins.

Il n'est pas rare de rencontrer des cellules à gomme parfois bien développées soit dans le mésophylle, soit dans le parenchyme des nervures et du pétiole. L'étude de ces appareils étant très difficile sur le sec, j'ai préféré la négliger, mais il importe d'en signaler la présence, qui indique une affinité avec les *Malvales* (*Rhopalocarpus*).

CAPPARIDEÆ.

Trib. II. CAPPAREÆ.

I. — THYLACHIUM Lour.

Arbustes glabres.

Feuilles simples, unifoliolées (foliole articulée) ou trifoliolées, parfois réunies sur le même pied (*T. heterophyllum*).

1. *Th. panduriforme* Juss. — Feuilles les unes simples, les autres 3-foliolées. Épidermes à parois verticales minces, à cuticule ornée de quelques stries parallèles, courtes et espacées, le supérieur à paroi externe épaisse, rectiligne, sans stomates, l'inférieur subonduleux.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades env. deux fois plus longues que larges, occupant à peine un tiers de l'épaisseur totale ; petits faisceaux immergés, dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de quelques fibres en dessus et en dessous.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint accompagné de nombreux massifs fibreux extérieurs.

Cristaux simples clinorhombiques ou grossièrement agglomérés, souvent en croix, assez abondants dans les parenchymes des fortes nervures et du pétiole.

V. v. c. in Calid. Mus. Par.

2. *Th. heterophyllum* Juss. — Feuilles les unes simples, les autres trifoliolées.

Epidermes recti-curvilignes, à cuticule ornée de stries irrégulières, courtes, espacées ou parallèles allongées, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de deux à trois fois plus longues que larges occupant environ un tiers de l'épaisseur totale, parsemé, dans sa région moyenne, de nombreuses cellules scléreuses douées d'accroissement propre et s'insinuant par une multitude de courtes ramifications dans les méats environnants ; faisceaux immergés accompagnés de fibres mécaniques en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué, accompagné de quelques fibres en dessus et en dessous.

Pétiolule : faisceau fortement arqué subdisjoint, accompagné de massifs fibreux en dehors.

Pétiole : ...

Cristaux simples ou grossièrement agglomérés, abondants dans les parenchymes des fortes nervures et du pétiolule.

V. s. s. Madagascar. Exempl. authentique.

3. *Th. Su-mangin* Boj.

Epidermes curvilignes-onduleux, à cuticule ornée de stries onduleuses parallèles, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de trois à quatre fois plus longues que larges occupant environ un tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, les petits dépourvus de fibres mécaniques, les forts avec fibres en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de quelques fibres en dessus et en dessous.

Pétiolule : faisceau fortement arqué, subdisjoint, accompagné de massifs fibreux extérieurs.

Pétiole : ...

Cristaux nuls.

V. s. s. Madagascar. Boj. Exempl. authentique.

Plante considérée à tort comme identique avec le *Th. hete-*

rophyllum, par M. Oliver (Fl. trop. Africa, I). Elle en diffère par la forme de ses feuilles, son port, l'absence totale de cellules scléreuses dans son mésophylle, l'absence des cristaux qui sont très nombreux dans le *Th. heterophyllum*. Elle me paraît plus voisine du *Th. panduriforme* que de cette dernière espèce.

4. *Th.* sp. nov.?

Epidermes curvilignes-onduleux à cuticule ornée de nombreuses stries onduleuses, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades à peine plus longues que larges, occupant moins du sixième de l'épaisseur totale ; parenchyme spongieux extrêmement méatique ; tous les tissus parcourus dans tous les sens par des fibres distraites des faisceaux et s'insinuant sous les deux épidermes ; faisceaux immergés, les petits dépourvus de fibres mécaniques, les forts accompagnés en dessous de fibres très épaissies.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, accompagné en dehors de massifs fibreux isolés ; parenchyme parsemé de rares cellules scléreuses isodiamétriques.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint accompagné de nombreux massifs fibreux extérieurs.

Cristaux simples clinorhombiques ou diversement modifiés, abondants dans les parenchymes des grosses nervures et du pétiole.

V. s. s. Richard. Madagascar. Ile Mino, canal de Mozambique.

Clef pour la détermination anatomique des quatre espèces citées du genre *Thylachium :*

1. Mésophylle dépourvu d'éléments mécaniques (Espèces malacophylles).... 2
   Éléments mécaniques dans le mésophylle.............................. 3
2. Cristaux nombreux dans les parenchymes des nervures et du pétiole ; feuilles panduriformes.............................. *Th. panduriforme* Juss.
   Cristaux nuls (ou très rares); feuilles ou folioles ovales-lancéolées.............................. *Th. su-mangin* Boj.
3. Mésophylle parcouru par des fibres distraites des faisceaux. *Th. sp. nov.* (?) Rich. Madagascar.
   Cellules scléreuses ramifiées dans le mésophylle. *Th. heterophyllum* Juss.

II. — STERIPHOMA Spreng.

1. *S. paradoxum* Endl. — *Capparis paradoxa* Jacq. — *Stephania cleomoides* Willd.

Poils capités à pied pluricellulé, à tête formée à la base par de longues cellules rayonnantes, au sommet par des cellules arrondies courtes contenant souvent une matière légèrement jaunâtre qui se colore en bleu par la potasse (sur l'ovaire).

Epidermes onduleux à parois verticales minces, le supérieur à cuticule striée, sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades à peine deux fois plus longues que larges occupant environ un cinquième de l'épaisseur totale; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques, surmonté d'un autre inverse rubané; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint entouré d'une forte gaine fibreuse; dans la partie charnue de la base : faisceau subannulaire dépourvu de fibres mécaniques.

V. v. c. Cristaux nuls.

2. *S. Peruviana* Benth.

Poils capités à pied pluricellulé ou plurisérié, à tête prolongée en rayons sans ou avec quelques cellules courtes au centre (pétiole).

Épidermes rectilignes à petites cellules, le supérieur finement ponctué, sans stomates, l'inférieur à cuticule lisse.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades deux fois plus longues que larges; faisceaux immergés accompagnés de quelques fibres en dessous.

Nervure médiane : faisceau subdisjoint, en gouttière, surmonté d'un autre inverse, tous deux accompagnés d'une bande de fibres; parenchyme vert interrompu.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint entouré d'une gaine fibreuse subinterrompue.

Cristaux nuls.

V. s. s. Pérou. Spruce, 4128.

Clef pour la détermination anatomique des deux espèces citées du genre *Steriphoma* :

Épidermes onduleux.............................. *S. paradoxum* Endl.
Épidermes rectilignes............................. *S. peruviana* Benth.

III. — MORISONIA Linn.

1. *M. Americana* L.

Poils réduits à de petites papilles qui couronnent de petites émergences au moins en grande partie d'origine épidermique, en grand nombre sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, à petites cellules à parois épaisses, cristalligènes, à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de six à huit fois plus longues que larges, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale; le reste composé de cellules rameuses; faisceaux empâtés dans des lames fibreuses verticales en double T qui s'élargissent sous les deux épidermes, surtout le supérieur, où ils constituent un hypoderme fibreux presque continu.

Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un autre inverse, tous garnis de fibres et séparés par un énorme massif fibreux creusé d'une cavité que remplissent les restes de la moelle.

Pétiole : faisceau annulaire disjoint, accompagné de massifs fibreux en dehors et en dedans.

Cristaux clinorhombiques dans toutes les cellules épidermiques.

V. s. s. Saint-Thomas.

2. *M. multiflora* Tr. et Pl. ne diffère du *M. Americana* que par quelques poils étoilés à la face inférieure des feuilles.

V. s. s. Nouvelle-Grenade. Goudot.

IV. — NIEBUHRIA DC. excl. § 2.

Genre qui se distingue surtout des *Mœrua* par ses baies uniloculaires; ce caractère distinctif excellent a nécessité la séparation du paragraphe II du genre primitivement établi par de Candolle.

Feuilles trifoliolées glabres ou pubescentes rar. simples (glabres dans les espèces étudiées).

1. *N. Cafra* DC. emend. inclus. — *N. avicularis* DC. et *oleoides* DC. — *N. triphylla* Wendl. — *Cratæva cafra* Buch.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule lisse, sans stomates, l'inférieur à cuticule ornée de faibles stries parallèles.

Mésophylle bifacial : palissades de trois à six fois plus longues que larges occupant environ un tiers de l'épaisseur totale; faisceaux immergés accompagnés de fibres mécaniques en dessous; zone moyenne parsemée de quelques cellules scléreuses isodiamétriques isolées ou réunies en petits groupes.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné en dessous de fibres peu développées; parenchyme vert non interrompu.

Pétiolule : faisceau arqué accompagné d'une zone extérieure de fibres peu développées.

Pétiole : faisceau subannulaire subdisjoint accompagné de massifs fibreux extérieurs.

Cristaux nuls.

V. s. s. Cap., Burchell, n° 4415.

Note.—Le nom de *N. cafra*, me paraît devoir rester, car De Candolle lui-même indique que ses *N. avicularis* et *oleoides* ne diffèrent peut-être pas de cette espèce.

2. *N. linearis* DC. — *Capparis apetala* Roth. — *C. linifolia* Roxb. — *Cratæva apetala* Spr.

Épidermes rectilignes tous deux munis de stomates moins nombreux à la face supérieure qu'à la face inférieure, le supérieur à cuticule ornée de grosses stries espacées, l'inférieur

finement strié. Stomates entourés de plusieurs cellules plus délicates que les autres et dont deux sont souvent parallèles à l'ostiole.

Mésophylle bifacial très épais (une dizaine d'assises) : palissades lâchement unies, de quatre à six fois plus longues que larges, disposées sur trois rangs, cellules parenchymateuses soutenues par des cellules scléreuses allongées perpendiculairement à la surface de la feuille, souvent ramifiées aux deux extrémités ou à l'extrémité inférieure seulement, s'étendant presque jusqu'aux deux épidermes.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de tissu collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiolule : faisceau arqué collenchymatoïde en dessus et en dessous.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint accompagné de massifs fibreux isolés extérieurs.

Cristaux nuls.

V. s. s. Inde orientale.

3. *N. Madagascariensis* DC.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule lisse, sans stomates, l'inférieur faiblement strié.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades environ six fois plus longues que larges, occupant plus de la moitié de l'épaisseur totale.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué accompagné de quelques rares massifs fibreux en dehors.

Pétiolule : ...

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint avec massifs fibreux isolés extérieurs.

Cristaux nuls (1).

Espèce voisine de *N. Cafra* DC.

(1) Je néglige les quelques papilles peu saillantes qu'on trouve à la face supérieure sur les nervures; elles indiquent nettement des poils unisériés ornés extérieurement de petites perles saillantes.

4. *N. pedunculosa* Hochst. — *acutifolia* E. Mey. — *Boscia cafra* Sonder.

Feuilles simples.

Épidermes rectilignes, cristalligènes, le supérieur à cuticule légèrement striée, sans stomates, l'inférieur lisse.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades cloisonnées transversalement (?) environ trois fois plus longues que larges, occupant près de la moitié de l'épaisseur totale; zone moyenne parsemée de cellules scléreuses ramifiées, assez nettement étalées horizontalement; faisceaux immergés, accompagnés de quelques fibres mécaniques en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué accompagné de forts massifs fibreux en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint, avec massifs fibreux espacés extérieurs.

Cristaux fasciculés dans toutes les cellules de l'épiderme, agglomérés en oursins à gros éléments dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s.

Clef pour la détermination anatomique des quatre espèces citées du genre *Niebuhria* :

1. Epiderme cristalligène.......................... *N. pedunculosa* Hochst.
   Épiderme non cristalligène.. 2
2. Mésophylle épais parsemé de longues cellules scléreuses perpendiculaires aux épidermes.................................... *N. linearis* DC.
   Mésophylle dépourvu de cellules scléreuses ou présentant des cellules scléreuses isodiamétriques.. 3
3. Quelques cellules scléreuses dans le mésophylle ; palissades n'atteignant pas la moitié de l'épaisseur de la feuille.................... *N. cafra* DC.
   Pas de cellules scléreuses ; palissades atteignant ou dépassant la moitié de l'épaisseur totale........................ *N. Madagascariensis* DC.

V. — MÆRUA Forsk.

Feuilles simples, rar. trifoliolées (?).

1. — Streblocarpus.

1. *M. angustifolia* A. Rich. — *Str. angustifolius* Endl. Poils nuls.

Épidermes rectilignes, cristalligènes, à cuticule ornée de stries espacées, épaisse à la face supérieure, beaucoup moins à la face inférieure, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de dix à quinze fois plus longues que larges, occupant près des deux tiers de l'épaisseur totale.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de quelques fibres mécaniques en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Cristaux fasciculés ou grossièrement agglomérés, rarement simples dans toutes les cellules de l'épiderme.

V. s. s. A. Rich. Nil blanc.

2. *M. oblongifolia* A. Rich.

Note. J'ai eu à ma disposition deux exemplaires portant cette étiquette. Leur anatomie a révélé de telles différences qu'il y a ou bien erreur de détermination ou bien réunion sous un même nom d'espèces différentes.

Je suis donc obligé d'en donner la description en notant la provenance des échantillons, de sorte qu'une erreur de détermination sera facile à rectifier.

a. *M. oblongifolia* Str. *oblongifolius* Endl. B. — *Niebuhria oblongifolia* DC. — *Capparis heteroclita* Roxb. — *Cratæva oblongifolia* Spr. (Walp. Rep. I).

Poils nuls.

Épidermes recti-curvilignes à cuticule ornée de rares stries espacées, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle bifacial : sans palissades, à cellules plus serrées et régulièrement superposées à la face supérieure ; zone moyenne parsemée de grands réservoirs vasiformes ; faisceaux immergés accompagnés de quelques rares fibres, les plus forts

reliés à l'épiderme inférieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire accompagné de rares fibres extérieures.

Cristaux arrondis, souvent géminés, abondants dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Inde orient. Herb. Guillemin.

Détermination peut-être erronée ?

b. M. oblongifolia A. Rich.

Poils nuls.

Épidermes recti-curvilignes, cristalligènes, à cuticule lisse, très épaisse à la face supérieure, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle bifacial, deux assises de palissades, la supérieure à cellules de quatre à six fois, l'inférieure à cellules de deux à trois fois plus longues que larges.

Nervure médiane : .....

Pétiole : faisceau subannulaire accompagné extérieurement de massifs fibreux isolés.

Cristaux fasciculés dans les cellules épidermiques, prismatiques diversement modifiés dans le parenchyme du pétiole.

Cette plante diffère nettement du *M. angustifolia* contrairement à M. Oliver (Fl. trop. Africa.)

V. s. s. A. Rich, Abyssinie.

3. — *M.* (?) *triphylla* A. Rich.

Poils cylindriques aigus, unisériés, striés longitudinalement, rares sur les nervures.

Épidermes recti-curvilignes, finement et faiblement striés, le supérieur sans stomates.

Mésophylle : ..... (détruit).

Nervure médiane : .....

Pétiole : .....

V. s. s. d'Arnaud. Deuxième voyage aux sources du Nil blanc.

4. *M. scabra* Cambass.

Port subspartoïde.

Poils unicellulés, coniques, épaissis, lisses ou tuberculeux, très nombreux sur les deux faces.

Épidermes rectilignes tous deux pourvus de stomates, à cuticule ornée de stries espacées.

Mésophylle subcentrique exclusivement composé de palissades, celles de la face supérieure près de vingt fois plus longues que larges, celles de la face inférieure environ quatre fois plus longues que larges, celles de la zone moyenne faiblement unies ; faisceaux immergés accompagnés en dessous d'un fort massif fibreux.

Nervure médiane : .....

Pétiole : .....

Cristaux : .....

Note. L'écorce primaire de la tige n'est pas différenciée à la manière de la feuille, elle est, au contraire, très faible, les fibres libériennes étant presque superficielles.

V. s. s. Voy. de Jacquemont, n° 208.

5. *M. ovalifolia* Cambass.

Poils ..... très caducs, laissant de rares cicatrices.

Épidermes rectilignes ornés de stries espacées, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades de trois à quatre fois plus longues que larges ; faisceaux immergés accompagnés en dessous d'un faible massif fibreux.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué accompagné en dessous de quelques rares fibres, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau subannulaire disjoint, fibres très rares, productions subéreuses locales sous-épidermiques.

Cristaux agglomérés ou radiés, rarement simples, abondants dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Voy. de Jacquemont.

II. — EUMÆRUA.

6. — *M. Senegalensis* R. Br.

Poils unicellulés coniques, très épaissis, lisses sur le limbe, plus longs striés sur le pétiole.

Épidermes rectilignes à cuticule très épaisse, le supérieur lisse, l'inférieur strié, tous deux munis de stomates enfoncés au-dessous du niveau des cellules épidermiques.

Mésophylle centrique très épais (environ 0mm,7), subcharnu, composé dans toute son épaisseur, sauf une très faible zone moyenne, de longues cellules en palissades sur plusieurs rangs aux deux faces ; faisceaux faibles, immergés, accompagnés en dessous de quelques fibres mécaniques et de rares cellules scléreuses ramifiées.

Nervure médiane : .....

Pétiole : faisceau arqué accompagné en dessous de quelques rares fibres.

Cristaux nuls.

V. s. s. Abyssinie. Herb. du docteur Courbon.

7. — *M. rigida* R. Br.

Feuilles très petites, linéaires.

Poils nuls.

Épidermes onduleux à parois verticales inégalement épaissies, le supérieur lisse, l'inférieur orné de stries espacées, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle subcentrique, plusieurs assises de longues palissades à la face supérieure, une seule à la face inférieure, faisceaux immergés, les petits accompagnés d'un massif fibreux en dessous, les plus forts soutenus par deux puissants massifs fibreux, un inférieur et un supérieur.

Nervure médiane non saillante, faisceau simple immergé pourvu de fibres en dessus et en dessous.

Pétiole nul.

Cristaux nuls.

V. s. s. Welw. Iter angolense.

8. — *M. Æthiopica* Oliv.

Poils coniques, cloisonnés en deux ou plusieurs cellules, striés longitudinalement, rares sur les bords de la gouttière pétiolaire.

Épidermes rectilignes à cuticule ornée de stries espacées, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : palissades sur une rangée subdivisée en deux, petits faisceaux immergés dépourvus de fibres mécaniques, les gros accompagnés d'un massif fibreux en dessus et en dessous, les plus forts rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de fibres en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint dépourvu de fibres mécaniques.

Cristaux nuls.

V. s. s. Afr. centr. Schweinf. 1871.

Fayoyl. Lefèvre, 1839.

Un autre échantillon, sans indication de provenance, diffère du type par ses palissades moins développées et la présence de fibres mécaniques dans le pétiole.

9. — *M. Angolensis* DC.

Poils nuls (?).

Épidermes subonduleux à parois minces, à cuticule ornée de fines stries parallèles, tous deux munis de stomates.

Mésophylle subbifacial : deux assises de palissades à la face supérieure, à cellules environ quatre fois plus longues que larges, à peine un peu allongées à la face inférieure ; faisceaux immergés.

Nervure médiane : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole très long : faisceau annulaire subdisjoint accompagné de massifs fibreux extérieurs.

Cristaux nuls.

V. s. s.

Plante totalement différente du *M. Senegalensis* R. Br. avec laquelle M. Oliver veut la réunir. (Fl. trop. Africa.)

M. Oliver donne la synonymie suivante :

M. Angolensis DC. — *Senegalensis* Br. Rich. — *floribund.* Fenzl. — *retusa* Hochst. — *lucida* Hochst.

10. — *M. uniflora* Vahl.

Poils unicellulés, coniques, très épaissis, lisses ou striés en spirale, abondants sur les deux faces du limbe.

Épidermes recti-curvilignes striés, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique : palissades en plusieurs assises aux deux faces, séparées par une faible zone moyenne ; faisceaux immergés, accompagnés de quelques fibres mécaniques en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint accompagné de rares fibres sur les côtés.

Pétiole : .....

Cristaux très petits, simples, dans les cellules en palissades, nuls ailleurs.

V. s. s. Arabie. Mascat. Aucher-Eloy, n° 4186.

Espèce assez voisine du *M. rigida* R. Br., mais bien distincte par l'épiderme supérieur strié, le mésophylle moins épais, le système mécanique des faisceaux beaucoup moins développé, totalement absent en dessous, tandis qu'il y a des massifs importants au-dessus des faisceaux un peu forts du *M. rigida*.

Clef pour la détermination anatomique des dix espèces citées du genre *Mœrua*.

1. Épiderme cristalligène.. 2
   Épiderme non cristalligène.. 3
2. Une seule assise de palissades occupant plus de la moitié de l'épaisseur totale.. *M. angustifolia* A. Rich.
   Deux assises de palissades n'atteignant pas ensemble la moitié de l'épaisseur totale.. *M. oblongifolia* A. Rich.
3. Épiderme supérieur dépourvu de stomates.. 4
   Les deux épidermes pourvus de stomates.. 5

4. Cuticule très finement striée (1)................. *M. triphylla* A. Rich.
Cuticule ornée de fortes stries espacées............... *M. æthiopica* Oliv.
5. Mésophylle bifacial ou subbifacial.................................. 6
Mésophylle très nettement centrique à palissades bien développées à la face inférieure.. 7
6. Cristaux nuls; fibres bien développées dans le pétiole... *M. angolensis* DC.
Cristaux abondants dans les nervures et dans le pétiole; pas de fibres dans celui-ci.. *M. ovalifolia* Cambass.
7. Épiderme onduleux, poils nuls....................... *M. rigida* R. Br.
Épiderme rectiligne, poils coniques................................ 8
8. *M. scabra* Cambass., — *Senegalensis* R. Br., — *uniflora* Vahl., ne diffèrent pas anatomiquement d'une manière très sérieuse.

VI. — COURBONIA Ad. Brongn.

1. — *C. glauca* Ad. Brongn.

Poils réduits à des papilles arrondies, à parois épaissies, réunies par groupes de deux ou plusieurs, abondantes sur les deux épidermes.

Épidermes onduleux, à parois minces, à cuticule lisse, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique : palissades très développées sur les deux faces, séparées par une faible région moyenne, soutenues par des cellules scléreuses fibriformes étendues verticalement en grand nombre entre les deux épidermes, un peu insinuées sous les épidermes, souvent ramifiées; faisceaux immergés accompagnés de quelques fibres en dessous.

Nervure médiane : faisceau simple immergé accompagné de quelques fibres en dessous.

Pétiole : faisceau annulaire accompagné au dehors de quelques fibres et d'un grand nombre de courtes cellules scléreuses.

Cristaux nuls.

V. s. s. Abyssinie. Capit. Russel.

VII. — CADABA Forsk.

Feuilles simples, rarement trifoliolées.

(1) Je suis obligé d'avoir recours à ce caractère d'une importance douteuse parce que je n'ai étudié que l'épiderme du *M. triphylla*.

I. — Eucadaba.

§ 1. — Fleurs apétales.

1. — *C. rotundifolia* Forsk.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes, à cuticule lisse, épaisse, à cellules toutes cristalligènes, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique; au-dessous des épidermes, faible couche de cellules courtes remplies de chlorophylle, toute la large région moyenne occupée par des cellules palissadiformes presque privées de chlorophylle, parsemées de quelques cellules scléreuses faiblement rameuses; faisceaux immergés, les petits accompagnés d'un massif fibreux en dessous, les plus forts avec des massifs fibreux en dessus et en dessous.

Nervure médiane: faisceau arqué accompagné de fibres en dessus et en dessous, parenchyme vert non interrompu en dessus, remplacé par du collenchyme en dessous.

Pétiole: faisceau annulaire subdisjoint avec massifs fibreux en dehors et en dedans.

Cristaux simples prismatiques ou arrondis dans les épidermes, simples ou agglomérés dans le mésophylle et les parenchymes des nervures et du pétiole.

V. s. s. Yemen. Fontanier.

2. — *C. glandulosa* Forsk.

Poils capités à tête unimulticellulée, à pied unimultisérié, extrêmement abondants partout.

Épidermes recticurvilignes à cuticule striée, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique, presque homogène, à cellules un peu allongées perpendiculairement à la surface, parcouru dans tous les sens par des fibres rameuses; faisceaux immergés accompagnés, en dessous, de quelques fibres mécaniques.

Nervure médiane: faisceau faiblement arqué, dépourvu de fibres mécaniques, surmonté de parenchyme vert non saillant à la face supérieure.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint accompagné, en dehors, de massifs fibreux isolés, en dedans, d'un massif continu.

Cristaux simples prismatiques, très petits dans les cellules du mésophylle, mâclés ou agglomérés, beaucoup plus gros dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Abyssinie. Capit. Russel.

§ 2. — Fleurs à quatre pétales.

3. — *C. heterotricha* Stocks.

Poils étoilés à pied court plurisérié, à tête composée de cellules coniques rayonnantes, formant partout un fin tomentum.

Épidermes rectilignes, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique presque homogène, à cellules plus grandes dans la région moyenne, qu'aux deux faces; faisceaux immergés accompagnés, en dessus, de quelques fibres mécaniques; réservoirs vasiformes réunis par groupes volumineux.

Nervure médiane : faisceau arqué collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert non saillant, relié à l'épiderme inférieur par une petite quantité de parenchyme incolore.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint, accompagné, en dehors, de massifs fibreux isolés, et à l'intérieur d'une gaine médullaire fibreuse.

Cristaux mâclés-fasciculés dans le mésophylle, agglomérés dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Stocks. Sciude. Indes orient.

4. — *C. longifolia* DC.

Poils en écusson, à pied unisérié, à tête composée de cellules rayonnantes horizontales et à contour arrondi, abondants sur le pétiole et sur les grosses nervures.

Épidermes curvilignes onduleux, à cuticule finement striée, à parois verticales épaissies dans leur tiers supérieur, minces plus bas, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique sub-homogène, soutenu par des fibres rameuses, peu nombreuses ; faisceaux immergés accompagnés, en dessus et dessous, de puissants massifs fibreux ; réservoirs vasiformes petits et peu nombreux.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de puissants massifs fibreux en dessous et en dessus, et enfermant dans sa concavité, au milieu des fibres, deux petits faisceaux détachés, à bois inférieur, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire dépourvu d'éléments mécaniques et enfermant un petit faisceau détaché.

Cristaux obscurément agglomérés, abondants dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Abyssinie. Ehrenberg.

5. — *C. indica* DC.

Poils nuls (?).

Épidermes rectilignes-onduleux à cuticule ornée de fortes stries contournées, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle subbifacial : deux assises de palissades plus ou moins bien développées à la face supérieure (dans certains échantillons, on trouve également des palissades à la face inférieure ; la plante paraît avoir des feuilles anatomiquement dimorphes) ; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau à peine arqué dépourvu de fibres mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint accompagné extérieurement de quelques fibres.

Cristaux nuls.

V. s. s. Jacquemont. Ind. or.

6 — *C. farinosa* Forsk.

Poils en écusson, à pied unisérié court, à tête circulaire, formée par des cellules rayonnantes subdivisées par des cloisons perpendiculaires au rayon, abondants partout.

Épidermes rectilignes à cuticule ornée de très fortes stries entortillées, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique homogène; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques; réservoirs vasiformes petits.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de quelques fibres en dessous et en dessus, surmonté, dans sa concavité, d'un petit faisceau inverse; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint accompagné, en dehors, de massifs fibreux isolés, moelle occupée par des fibres et un petit faisceau inclus.

Cristaux nuls.

V. s. s. Nil blanc, Sabatier.

7. — *C. Capparoides* DC.

Poils plurisériés, coniques, aigus, ou fourchus, chaque série de cellules se terminant par un crochet rejeté en dehors, abondants à la face inférieure.

Épidermes curvilignes onduleux, l'inférieur plus ondulé que le supérieur, celui-ci à cuticule lisse, l'inférieur orné de fortes stries tortueuses, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique presque exclusivement formé de palissades de trois ou quatre fois plus longues que larges, faisceaux immergés accompagnés de quelques fibres en dessous.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué, accompagné de quelques fibres en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : ....

Cristaux (?) dans le parenchyme des grosses nervures.

V. s. s. Java, Perrotet.

II. — Desmocarpus.

8. — *C. trifoliata* Wght et Arn. — *Strœmia trifoliata* Rxb. *Desmocarpus missionis* Wall.

Poils nuls.

Épidermes onduleux, le supérieur à cuticule lisse sans stomates, l'inférieur strié.

Mésophylle bifacial ; une assise de palissades de trois ou

quatre fois plus longues que larges; faisceaux immergés, accompagnés de petits massifs fibreux en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de fibres en dessus et en dessous, surmonté de palissades.

Pétiolule : faisceau annulaire dépourvu d'éléments mécaniques.

Pétiole : faisceau annulaire accompagné d'une gaine fibreuse subcontinue en dehors.

Cristaux sphériques rayonnés, abondants dans le parenchyme du pétiolule.

V. s. s. Wight et Arn. Inde orient.

III. — Schepperia.

9. — *Sch. juncea* DC. — *Cleome juncea* L.

Plante subaphylle.

Feuille : ....

Écorce primaire de la tige : Épiderme rectiligne à cellules très hautes; cellules stomatiques placées au-dessous du niveau inférieur des cellules épidermiques; ostiole transversal.

Deux assises de palissades de quatre à huit fois plus longues que larges.

Plusieurs assises de cellules parenchymateuses incolores; massifs de fibres libériennes.

Cristaux simples prismatiques diversement modifiés dans la moelle.

V. s. s. Cap.

Clef pour la détermination anatomique des neuf espèces citées du genre *Cadaba*.

1. Espèce aphylle; écorce primaire chargée des fonctions de la feuille (*Schepperia*).. *C. juncea* DC.
   Feuilles nombreuses; écorce ordinaire.............................. 2
2. Feuilles trifoliées; épiderme supérieur sans stomates; mésophylle bifacial..................... (*Desmocarpus*). *C. trifoliata* Wght. et Arn.
   Feuilles simples; épidermes tous deux munis de stomates; mésophylle ordin. centrique (*Eucadaba*).. 3
3. Poils nuls ou simples, ni capités, ni en écusson, ni plurisériés......... 4
   Poils en écusson, capités glanduleux, ou plurisériés.................. 5

4. Épidermes cristalligènes ; parenchyme du mésophylle réduit sur chaque face à une faible couche de cellules courtes, la zone moyenne occupant la plus grande partie de l'épaisseur de la feuille.......... *C. rotundifolia* Forsk.
Épiderme non cristalligène ; mésophylle formé presque exclusivement par de longues palissades.. *C. indica* DC.
5. Poils capités glanduleux, mésophylle homogène parcouru par des fibres rameuses.. *C. glandulosa* Forsk.
Poils plurisériés semblables à ceux du pappus des Composées. *C. capparoides* DC.
Poils en écusson.. 6
6. Tête des poils à contour étoilé................. *C. heterotricha* Stocks.
Tête des poils circulaires.. 7
7. Mésophylle parcouru par des fibres ; faisceaux accompagnés en dessus et en dessous de forts massifs fibreux........................ *C. longifolia* DC.
Mésophylle sans fibres ; faisceaux dépourvus d'éléments mécaniques. *C. farinosa* Forsk.

VIII. — BOSCIA Lamk.

Feuilles simples.

1. — *B. reticulata* Hochst.

Poils unicellulés coniques obtus, à parois assez épaisses, en petit nombre sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, à cuticule ornée de stries contournées espacées, le supérieur sans stomates.

Mésophylle subbifacial, presque exclusivement composé de palissades ; faisceaux accompagnés en dessus et en dessous de très forts massifs fibreux qui les rattachent aux deux épidermes, au-dessous de l'épiderme supérieur quelques fibres aberrantes.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné en dessous de plusieurs massifs fibreux isolés, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau subannulaire accompagné en dehors et en dessous de plusieurs massifs fibreux isolés.

Cristaux nuls.

V. s. s. Abyssinie.

2. — *B. octandra* Hochst.

Poils unicellulés coniques, courts, à parois très épaissies, en grand nombre à la face inférieure.

Épidermes onduleux à cuticule ornée de stries espacées, le supérieur sans stomates.

Mésophylle : .... ; palissades de la face supérieure soutenues par des cellules scléreuses verticales, étalées et ramifiées horizontalement sous l'épiderme supérieur ; faisceaux accompagnés en dessus et en dessous par de très forts massifs fibreux et les plus forts rattachés par les fibres à l'épiderme supérieur.

Nervure médiane : .....

Pétiole : faisceau annulaire accompagné en dehors et en dedans de quelques massifs fibreux isolés, enfermant un petit faisceau à bois supérieur ; parenchyme parsemé de nombreuses cellules scléreuses arrondies.

Cristaux nuls (?).

V. s. s. Deuxième voyage aux sources du Nil. d'Arnaud.

3. — *B. salicifolia* Oliv.

Poils unicellulés, coniques, courts, à parois épaissies, en grand nombre sur les deux faces.

Épidermes rectilignes à cuticule fortement striée, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique : à chaque face une assise de palissades de six à huit fois plus longues que larges soutenues par des paquets de cellules scléreuses verticales presque dépourvues d'accroissement propre et laissant entre elles une faible couche moyenne de parenchyme ordinaire ; faisceaux immergés dépourvus de fibres mécaniques.

Nervure médiane : faisceau rubané, dépourvu de fibres mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué dépourvu de fibres.

Cristaux nuls.

V. s. s. Welwitsch. Iter angolense.

4. — *B. urens* Welw.

Poils unicellulés coniques droits ou cylindriques courbés en crosse, à parois épaissies, abondants surtout à la face inférieure et sur le pétiole.

Épidermes onduleux à cuticule ornée de stries espacées, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de longues palissades soutenues par des cellules scléreuses verticales étalées et ramifiées horizontalement sous l'épiderme supérieur ; faisceaux : .....

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné en dessous de massifs fibreux isolés; parenchyme vert à peine interrompu.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint accompagné en dehors de nombreux massifs fibreux isolés ; parenchyme parsemé de cellules scléreuses arrondies.

Cristaux nuls.

V. s. s. Welwitsch. Iter angolense.

Espèce à peine distincte du *B. octandra* Hochst.

5. — *B. microphylla* Oliv.

Espèce subaphylle.

Poils nuls.

Épidermes recticurvilignes à cuticule lisse, le supérieur dépourvu de stomates.

Mésophylle centrique exclusivement composé de palissades soutenues sur les deux faces par des cellules scléreuses verticales, élargies et ramifiées horizontalement sous les deux épidermes ; faisceaux immergés accompagnés de forts massifs fibreux en dessous.

Nervure médiane non saillante : faisceau à peine arqué, immergé, accompagné de très puissants massifs fibreux en dessus et en dessous.

Pétiole : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques ; parenchyme parsemé de cellules scléreuses.

Cristaux nuls.

V. s. s. Welwitsch. Iter angolense.

Clef pour la détermination anatomique des cinq espèces citées du genre *Boscia*.

1. Mésophylle dépourvu de cellules scléreuses........ *B. reticulata* Hochst.
   Mésophylle pourvu de cellules scléreuses............................ 2
2. Mésophylle centrique ; cellules scléreuses verticales aux deux faces.... 3
   Mésophylle bifacial; cellules scléreuses verticales seulement à la face supérieure 4

3. Les deux épidermes pourvus de stomates; cellules scléreuses à peine renflées aux extrémités.. *B. salicifolia* Oliv.
Épiderme supérieur dépourvu de stomates; cellules scléreuses étalées et ramifiées sous les deux épidermes.................. *B. microphylla* Oliv.
4. Poils tous courts, coniques, droits.................. *B. octandra* Hochst.
Poils de la face inférieure cylindriques ordinairement recourbés en crosse. *B. urens* Welw.

IX. — CAPPARIS Linn.

I. — Eucapparis.

A. Pedicellares; fleurs solitaires, axillaires, rarement fasciculées par trois ou quatre.

a. — Poils unicellulés fusiformes.

1. — *C. spinosa* Linn.

C. ægyptia Lam.

C. sicula Guss. — *C. obovata* Royle.

C. nepalensis Don.—*C. erioclada* Boiss. et Noé. (Planche 1, fig. 1, *a* et *b*.)

C. herbacea Willd. — *C. canescens* Coss.

Poils unicellulés, fusiformes, à parois minces et lisses, plus ou moins allongés suivant les variétés, plus ou moins abondants partout ou limités aux jeunes organes.

Épidermes rectilignes, à cuticule ornée de nombreuses stries fines et serrées, tantôt parallèles contournées (*obovata*, *spinosa*, *erioclada*), tantôt réticulées (face supérieure du *C. sicula*), tantôt plus espacées (*nepalensis*).

Mésophylle centrique : une ou plusieurs assises de palissades aux deux faces; zone moyenne, en général assez faible, parsemée de réservoirs vasiformes, dépassant à peine le double ou le triple du diamètre des cellules environnantes; faisceaux immergés, dépourvus de fibres mécaniques, plus rarement accompagnés en dessous d'un massif de ces éléments bien développés (*erioclada*).

Nervure médiane : faisceau arqué, subdisjoint, accompagné de tissu collenchymateux en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué, subannulaire ou annulaire, subdisjoint, selon les dimensions, collenchymateux en dehors et en dedans. — Cristaux nuls.

V. v. c. et s. s.

C. leucophylla. — *C. nepalensis* Wall.

Poils fusiformes, arqués ou onduleux, à parois minces finement pédiculés, formant un tomentum épais sur les deux faces du limbe et sur le pétiole.

Épidermes recticurvilignes, à parois minces, à cuticule lisse ; tous deux pourvus de stomates enfoncés au-dessous du niveau extérieur de l'épiderme.

Mésophylle centrique : aux deux faces respectivement, deux et une assise de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, séparées par une zone moyenne, incolore, qui occupe près de la moitié de l'épaisseur totale; faisceaux immergés, dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau rubané accompagné de collenchyme en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué, aplati, collenchymateux en dessus et en dessous. — Cristaux nuls.

V. s. s. Bagdad. Exempl. authent.

2. — *C. rupestris* Sibth et Smith. (Planche 1, fig. 2.)

Poils à parois minces et flétries, sur les très jeunes organes.

Épidermes recticurvilignes, à cuticule très épaisse, ornée de fines stries onduleuses, tous deux pourvus de stomates; cellules stomatiques au niveau des cellules épidermiques; ostiole en communication avec l'extérieur par un canal creusé dans la cuticule et strié.

Mésophylle centrique. aux deux faces parenchyme vert composé de cellules isodiamétriques, mêlées de nombreuses cellules cristalligènes, séparées par une large couche moyenne, occupant environ la moitié de l'épaisseur du mésophylle et composée de grandes cellules incolores; faisceaux immergés, dépourvus d'éléments mécaniques, terminés par des groupes de grands réservoirs vasiformes occupant toute l'épaisseur de

la zone moyenne, et composés d'éléments de deux à quatre fois plus larges que les grandes cellules environnantes.

Nervure médiane : faisceau plat subdisjoint, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire disjoint accompagné extérieurement de petits groupes de fibres.

Cristaux agglomérés ou sphéroïdes, en grand nombre dans le mésophylle et le parenchyme des nervures et du pétiole.

V. s. s. Abyssinie, W. Schimper, 1343, ne diffère pas spécifiquement du *C. spinosa.*

3. — *C. galeata* Fres. — *C. cartilaginea* Decne. (Planche 1, fig. 3.)

Poils très caducs, sur les jeunes organes.

Épidermes rectilignes, à parois verticales très minces, à cuticule énorme, ornée de stries tortueuses très serrées, tous deux percés de stomates placés au niveau des cellules épidermiques, en rapport avec l'extérieur par un canal strié de section arrondie ou anguleuse.

Mésophylle centrique : à chaque face une faible couche de parenchyme vert, composé de cellules à peine plus longues que larges, mêlées de cellules cristalligènes; couches vertes, séparées par une zone moyenne très puissante, occupant près des deux tiers de l'épaisseur totale, composée de grandes cellules incolores; faisceaux immergés, accompagnés en dessous d'un massif de fibres mécaniques, terminés par des groupes d'énormes réservoirs vasiformes, occupant presque toute l'épaisseur de la zone moyenne et composés d'éléments près de deux fois plus larges que dans le *C. rupestris.*

Nervure médiane : faisceau à peine arqué, accompagné en-dessous de prosenchyme corné, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire disjoint, accompagné en dehors, surtout sur les côtés, de puissants massifs fibreux, qui n'existent cependant pas à la base de l'organe.

Cristaux agglomérés, rarement presque simples, dans le parenchyme assimilateur du limbe et dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Arabie. — Perrottet.

Forme voisine du *C. rupestris;* elle s'en distingue qualitativement par le système mécanique des petits faisceaux et ne diffère pas spécifiquement du *C. spinosa.*

4. — *C. parviflora*, Boiss. — *C. mucronifolia*, Boiss.

Poils fusiformes, en petit nombre sur les deux faces du limbe et sur le pétiole.

Épidermes recticurvilignes à parois verticales minces, à cuticule d'épaisseur variable, ornée de stries rayonnant autour de la base des poils et des stomates; — tous deux percés de stomates.

Mésophylle centrique : palissades de quatre à six fois plus longues que larges sur un ou deux rangs aux deux faces; zone moyenne faible ou presque nulle, à petits éléments, en partie sclérifiée et formant un lit résistant d'où émanent des prolongements scléreux qui s'avancent vers les deux épidermes; faisceaux accompagnés en dessous de quelques fibres mécaniques.

Nervure médiane : faisceau à peine arqué, accompagné en dessus et en dessous de collenchyme ou de masses fibreuses bien développées.

Pétiole : faisceau arqué, collenchymatoïde en dessus et en dessous.

Cristaux nuls.

V. s. s. Kurdistan. Haussknecht. — Perse austr. Aucher-Éloy. 4191.

Variable sous le rapport de l'épaisseur de la cuticule et de la forme des cellules scléreuses, tantôt simples, verticales, tantôt plus ou moins ramifiées.

5. — *C. Mariana* Jacq.

Poils fusiformes cylindriques, sur les jeunes organes.

Épidermes rectilignes, à cuticule ornée d'un réticule très marqué au milieu des cellules, moins sur les cloisons verticales; le supérieur sans stomates.

Mésophylle centrique : palissades supérieures occupant

presque la moitié de l'épaisseur totale, les inférieures beaucoup plus courtes; zone moyenne, faible, composée de petites cellules ; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, dépourvu de fibres, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint, collenchymatoïde en dehors, à moelle faiblement collenchymatoïde.

Cristaux nuls.

V. s. s. Timor.

6. — *C. Nummularia* DC.

Poils fusiformes cylindriques, à parois minces, sur les jeunes organes.

Épidermes rectilignes, à cuticule ornée d'un réticule très marqué au milieu des cellules, nul sur les parois verticales, tous deux pourvus de stomates (peu nombreux à la face supérieure).

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de six à huit fois plus longues que larges, occupant environ la moitié de l'épaisseur du mésophylle.

Nervure médiane : ...

Pétiole : faisceau arqué disjoint, accompagné en dehors de fibres mécaniques bien développées.

Cristaux nuls.

V. s. s. Nouvelle Hollande.

7. — *S. sarmentosa* : F. Muell.

Poils fusiformes arqués, flétris et brunis, en petit nombre sur le pétiole.

Épidermes curvilignes, à parois minces, à cuticule lisse, tous deux pourvus de stomates rares à la face supérieure.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades de 2 à 3 fois plus longues que larges; région moyenne parsemée de groupes de cellules scléreuses dépourvues d'accroissement propre; faisceaux immergés, les petits accompagnés d'un massif

fibreux en dessus, les gros pourvus de massifs fibreux puissants en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau accompagné de forts massifs fibreux en dessus et en dessous; parenchyme vert subinterrompu.

Pétiole : faisceau arqué entouré d'une gaine collenchymateuse.

Cristaux nuls.

V. s. s. Australie. Ferd. Muller.

b. — *Poils unicellulés rameux.*

8. — *C. divaricata* Lam.

Poils nuls.

Épidermes recti-curvilignes, à cuticule lisse, à cellules toutes cristalligènes, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique : à chaque face une assise de palissades de 4 à 6 fois plus longues que larges; zone moyenne à cellules arrondies occupant plus du tiers de l'épaisseur totale; faisceaux immergés accompagnés en dessous d'un fort massif fibreux.

Nervure médiane : faisceau immergé accompagné en dessus et en dessous de forts massifs fibreux; palissades non interrompues.

Pétiole : faisceau arqué, collenchymateux en dehors.

Cristaux en lames isolées ou fasciculées dans les épidermes, agglomérés dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Inde orient. Wight. 88.

Espèce considérée à tort comme identique avec le *C. stylosa* DC. par MM. Hooker fils et Thomson (*Flor. of Brit. India*, I, p. 174).

9. — *C. stylosa* DC.

Poils unicellulés rameux à 3 à 6 branches, à parois minces, flétries, brunies; persistants sur le pétiole qu'ils recouvrent d'un tomentum ferrugineux, en petit nombre sur les fortes nervures.

Épidermes onduleux, le supérieur à cuticule lisse, dépourvu de stomates, l'inférieur orné de stries onduleuses.

Mésophylle subbifacial, presque homogène, à cellules un peu plus serrées à la face supérieure qu'à la face inférieure; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau rubané, dépourvu d'éléments mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué, sans fibres.

Cristaux nuls.

V. s. s. Ceylan.

10. — *C. erythrocarpa* Isert. — *C. Afzelii* DC.

Poils unicellulés (?) rameux, en petit nombre sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, à cuticule lisse, le supérieur dépourvu de stomates.

Mésophylle subbifacial, presque homogène; faisceaux accompagnés en dessus et en dessous de massifs fibreux qui touchent parfois à l'épiderme supérieur.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué, collenchymateux en dessus et en dessous.

Pétiole : faisceau arqué collenchymateux en dehors et en dedans.

Cristaux agglomérés dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Welwitsch, Iter angolense. 970.

11. — *C. Heyneana* Wall. — *C. formosa* Dalz.

Poils unicellulés divisés en plusieurs branches, à parois épaissies jusqu'à disparition du lumen; sur les jeunes organes.

Épidermes à cuticule épaisse et lisse, à cellules cristalligènes, le supérieur rectiligne, sans stomates, l'inférieur onduleux.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de 3 à 4 fois plus longues que larges occupant environ un tiers de l'épaisseur totale; faisceaux accompagnés en dessus et en dessous de puissants massifs fibreux, les petits immergés, les gros rattachés aux deux épidermes par un peu de parenchyme incolore.

Nervure médiane : ...

Pétiole : ...

Cristaux simples, en sablier ou grossièrement agglomérés, dans l'épiderme et dans toutes les cellules du mésophylle.

V. s. s. Inde orient. Herb. Wight. 87.

12. — *C. pubiflora* DC. (Planche 1, fig. 4.)

Poils malpighiacés, sur les organes floraux.

Épidermes onduleux, le supérieur sans stomates, à cuticule lisse, l'inférieur à cuticule striée.

Mésophylle homogène, composé de cellules isodiamétriques contenant toutes un énorme cristal aggloméré ; faisceaux immergés entourés d'une puissante gaine fibreuse.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint entouré d'une gaine fibreuse, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire collenchymatoïde en dehors et en dedans.

Cristaux agglomérés volumineux remplissant toutes les cellules parenchymateuses, nuls dans l'épiderme.

V. s. s. Timor. Exempl. authent.

13. — *C. Zeylanica* Linn. (non DC. nec W. et A.). — *C. acuminata* Roxb. (non Willd.). — *C. brevispina* DC. — *C. Wallichiana* W. et A. — *C. Rheedii* DC. et *rotundifolia* Rottb. (synon. ex Hook. f. et Thoms.). (Planche 1, fig. 8, *a*, etc.)

Poils rameux pédalés, à parois minces, sur les jeunes organes.

Épidermes recti-curvilignes, le supérieur cristalligène à cuticule lisse, dépourvu de stomates, l'inférieur strié.

Mésophylle bifacial composé en majeure partie de deux assises de palissades dont la supérieure est la plus courte, occupant ensemble les trois quarts de l'épaisseur totale, le reste occupé par environ 4 assises de cellules isodiamétriques dont l'inférieure est sclérifiée ; petits faisceaux immergés au-dessous des grandes palissades, accompagnés de quelques fibres en dessous, auxquelles correspondent quelques fibres

situées entre les deux assises de palissades, les moyens empiétant sur les grandes palissades qui se trouvent finalement supprimées par le faisceau accompagné de puissants massifs fibreux en dessus et en dessous, les plus forts touchant en dessus à l'épiderme et en dessous à l'assise scléreuse sous-épidermique.

Nervure médiane : faisceau peu arqué, accompagné de fibres en dessus et en dessous, surmonté d'une assise de palissades.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint, collenchymatoïde en dehors et accompagné de massifs fibreux isolés.

Cristaux simples (épiderme supérieur), peu composés (parenchyme du pétiole) ou agglomérés en oursins (mésophylle).

V. s. s. Ceylan. Thwaites 1062.

14. — *C. dealbata* DC.

Poils rameux à branches étalées horizontalement, à parois minces, assez nombreux à la face supérieure, enchevêtrés et formant un tomentum à la face inférieure et sur le pétiole.

Épidermes finement onduleux, à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle... : faisceaux immergés, dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué, dépourvu de fibres, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint, sans fibres.

Cristaux nuls.

V. s. s. Timor. exempl. authent.

c. — *Poils unisériés.*

15. — *C. heteracantha* DC.

Poils unisériés, cylindriques, assez épaissis, à cloisons transversales minces, en nombre variable, l'extrémité souvent sans cloison, nombreux sur les deux faces et sur le pétiole.

Épidermes recticurvilignes à cuticule lisse, tous deux percés de stomates.

Mésophylle subcentrique : palissades de la face supérieure

sur un ou deux rangs (?), occupant environ la moitié de l'épaisseur totale, sur un seul rang à la face inférieure ; faisceaux immergés, dépourvus de fibres mécaniques.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué, sans fibres, surmonté de palissades.

Pétiole : faisceau arqué collenchymatoïde en dehors, parenchyme parsemé de grandes cellules à gomme (?).

Cristaux agglomérés en oursins, dans les cellules en palissades.

V. s. s. Bagdad. exempl. authent.

16. — *C. tomentosa* Lam. — *C. puberula* DC. *persicæfolia* Rich. (syn. ex Oliver Fl. trop. Africa).

Poils unisériés cylindriques, à parois épaisses, à cloisons transversales minces, nombreux partout.

Épidermes rectilignes à cuticules ornées de stries contournées, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique : plusieurs assises de palissades aux deux faces, laissant entre elles une zone moyenne qui ne mesure pas le quart de l'épaisseur totale.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué, accompagné en dessous d'une zône fibreuse, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint, accompagné en dehors de massifs fibreux isolés.

Cristaux simples prismatiques, mâclés ou grossièrement agglomérés dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Afrique centrale, Schweinfurth.

B. Seriales; fleurs en séries verticales supra-axillaires.

17. — *C. Volkameriæ* DC.

Poils unicellulés malpighiacés, à parois minces froissées, abondants sur le limbe et sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, à cuticule lisse, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle homogène, à cellules toutes cristalligènes.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué, accompagné

de fibres mécaniques en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué, entouré d'une gaine de fibres.

Cristaux simples clinorhombiques ou diversement modifiés ou plus rarement mâclés, abondants dans le mésophylle et dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Moluques.

18. — *C. quiniflora* DC.

Poils unicellulés malpighiacés, à parois minces, brunies, abondants sur la nervure médiane et sur le pétiole.

Épidermes recti-curvilignes, le supérieur à cuticule épaisse et lisse, sans stomates, l'inférieur à cuticule beaucoup plus mince, ornée de stries onduleuses espacées.

Mésophylle subbifacial : hypoderme interrompu sous l'épiderme supérieur, composé de grandes cellules tabulaires, à parois minces, parenchyme vert presque homogène ; faisceaux immergés, touchant à l'hypoderme, accompagnés de fibres mécaniques en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué, subdisjoint, collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint, collenchymatoïde en dehors.

Cristaux nuls (?).

V. s. s. Côte septentrionale de la Nouvelle Hollande.

19. — *C. micracantha* DC.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes, à cuticule lisse, à cellules finement ponctuées vers l'extérieur, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial de plusieurs assises de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, occupant plus de la moitié de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés entourés d'une gaine puissante de fibres mécaniques.

Nervure médiane : ...

Pétiole : ...

Cristaux nuls (?).

V. s. s. Java. Plante déterminée par Boivin.

20. — *C. callosa* Bl. — *C. conspicua* Wall. — *C. Finlaysoniana* Wall. (ex parte) (syn. ex. Hook. f. et Thoms. fl. of brit. Ind.).

Poils nuls.

Épidermes curvilignes onduleux, à cuticule fortement striée, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades environ quatre fois plus longues que larges, laissant entre elles de vastes lacunes, soutenues par des cellules scléreuses de même forme ou un peu plus larges que les palissades, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, accompagnés de fibres mécaniques en dessus et en dessous, les plus forts entourés d'une gaine fibreuse continue et rattachés à l'épiderme supérieur par la sclérification des cellules intermédiaires.

Nervure médiane : faisceau rubané, dépourvu de fibres mécaniques; aux deux faces, une ou plusieurs assises de cellules sclérifiées sous-épidermiques.

Pétiole : faisceau annulaire disjoint, entouré d'une gaine collenchymateuse ou fibreuse; moelle et rayons médullaires également collenchymateux ou fibreux, parenchyme parsemé de cellules scléreuses, arrondies, cantonnées en grand nombre sous l'épiderme.

Cristaux nuls.

V. s. s. Java. Blume.

21. — *C. fœtida* Bl.

Poils unicellulés rameux, ordinairement à quatre branches étalées horizontalement, à parois faiblement épaissies, très abondants à la face inférieure de la feuille, sur les nervures et sur le pétiole.

Épidermes onduleux, à cuticule finement striée, le supérieur sans stomates.

Mésophylle : ...

Nervure médiane : faisceau arqué dépourvu d'éléments mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint, collenchymatoïde en dessus et en dessous.

Cristaux nuls.

V. s. s. Java. Zollinger 2265.

22. — *C. membranacea* Gardn. et Champ.

Poils unicellulés cylindriques tortueux, formant un tomentum sur les sépales.

Épidermes onduleux, le supérieur à cuticule assez épaisse ornée de stries onduleuses, sans stomates, l'inférieur lisse.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades environ quatre fois plus longues que larges, occupant la moitié de l'épaisseur totale ; faisceaux accompagnés de forts massifs fibreux en dessus et en dessous, les plus forts rattachés à l'épiderme supérieur par de courtes cellules cristalligènes.

Nervure médiane : faisceau arqué disjoint, accompagné de massifs fibreux en dessous et collenchymatoïde en dessus ; parenchyme vert interrompu.

Pétiole : faisceau subannulaire subdisjoint collenchymatoïde en dehors et en dedans.

Cristaux agglomérés accompagnant les faisceaux, au-dessus des faisceaux dans la nervure médiane et autour des faisceaux dans le pétiole.

V. s. s. Whampoa (Chine). Hance 353.

23. — *C. horrida L.* — *C. Zeylanica* Roxb. (non L.) *C. formosa* Wall *C. acuminata* Willd. (ex parte). — *C. terniflora* DC. — *C. quadriflora* DC. — *C. erythrodasys* Miq. (syn. en Hook. f. et Thoms. l. c.) (Planche 1, fig. 7 *a* et *b*).

Poils unicellulés rameux à deux à quatre branches, à parois faiblement épaissies.

Épidermes recticurvilignes, le supérieur à cuticule lisse, sans stomates, l'inférieur strié.

Mésophylle bifacial : système de palissades plus ou moins développé selon les formes, tantôt une seule assise, tantôt plu-

sieurs ou occupant même toute l'épaisseur du mésophylle, la longueur des palissades diminuant de la face supérieure à la face inférieure ; faisceaux immergés, les petits accompagnés d'un massif fibreux en dessous, les moyens pourvus de fibres en dessus et en dessous, les plus forts presque contigus à l'épiderme supérieur.

Nervure médiane : faisceau arqué, rubané, accompagné de fibres en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau subannulaire collenchymatoïde en dehors et en dedans.

Cristaux nuls.

V. s. s. Inde orientale. Jacquemont 232 ; Herb. Wight 93 (*acuminata* Willd.) — *C. terniflora* DC. exemple authent.

Note. Il est très regrettable que je n'aie pu étudier le *C. acuminata* Willd, emend. Hook. f et Thoms. — *C. Zeylanica* W. et A. — *C. Zeylanica* Herb. Peraden. Thwaites 614.

24. — *C. viminea* Hook. f. et Thoms.

Poils nuls.

Épidermes curvilignes onduleux à cuticule épaisse et lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle subcentrique ; une assise de palissades de trois à quatre fois plus longues que larges, occupant près d'un quart de l'épaisseur totale ; une assise de cellules isodiamétriques sous l'épiderme inférieur ; zone moyenne très forte à grandes cellules à peine chorophyllifères formant un tissu très méatique ; faisceaux immergés dépourvus de fibres mécaniques.

Nervure médiane : faisceau rubané, dépourvu de fibres, surmonté de palissades.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint, sans fibres.

Cristaux nuls.

V. s. s. Iter angolense. Welwitsch 986.

25. — *C. tenera* Dalz. — *C. uncinata* Wall. — *C. tetrasperma* Thw. *C. oxyphylla* Wall. (non Miq.). Syn : ex Hook. f. et Thoms. l. c.

Poils unicellulés, rameux, irrégulièrement étoilés, assez épaissis, nombreux sur le pétiole.

Épidermes recti-curvilignes à parois minces, à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle : ...

Nervure médiane : ...

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint collenchymatoïde en dessus et en dessous.

Cristaux petits, agglomérés en oursins, dans toutes les cellules parenchymateuses du pétiole.

V. s. s. Herb. Inde orientale, Hook. et Thoms.

C. corymbosæ : fleurs en corymbes ou en ombelles.

26. — *C. citrifolia* Lam.

Poils unisériés à parois très épaisses, à cloisons transversales très-minces, abondants.

Épidermes recti-curvilignes à cuticule épaisse et lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial ; une assise de palissades environ deux fois plus longues que larges occupant à peine un cinquième de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés accompagnés de fibres mécaniques en dessus, en dessous, ou sur les côtés.

Nervure médiane : faisceau arqué collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole.....

Cristaux nuls (?)

V. s. s. Afrique centrale.

27. — *C. umbellata* R. Br.

Poils unisériés médiocrement épaissis, rares sur les deux faces.

Épidermes recti-curvilignes, le supérieur à cuticule ornée de petites saillies arrondies, sans stomates, l'inférieure lisse.

Mésophylle bifacial ; une ou deux assises de palissades occupant environ un tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, les petits accompagnés de fibres mécaniques en dessous,

les gros avec massifs fibreux en dessus et en dessous et touchant à l'épiderme supérieur.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué collenchymatoïde en dehors.

Cristaux en agglomérations irrégulières, en petit nombre dans le mésophylle.

V. s. s. Nouvelle Holl. Port du R. Georges.

28. — *C. Salaccensis* Bl.

Poils unisériés à parois minces, cylindriques, abondants sur le pétiole.

Épidermes recticurvilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades occupant environ un tiers de l'épaisseur totale, mêlées de quelques cellules peu sclérifiées ; faisceaux immergés, les plus petits dépourvus d'éléments mécaniques, les gros accompagnés de quelques fibres en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint accompagné de fibres en dessus et en dessous : palissades non interrompues.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint accompagné en dehors de massifs fibreux isolés et en dedans d'une moelle fibreuse.

Cristaux nuls.

V. s. s. Java. Zollinger 1938.

29. — *C. Moonii* Wight.

Poils unicellulés (2) rameux, rares et froissés sur les nervures.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : tissu plus dense à la face supérieure qu'à la face inférieure ; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques ou avec quelques fibres en dessus.

Nervure médiane ; faisceau arqué dépourvu d'éléments mé-

caniques surmonté d'un ou de deux petits faisceaux inverses ; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau subannulaire subdisjoint accompagné en dehors de petits massifs fibreux.

Cristaux nuls.

V. s. s. Herb. Peraden. Ceylan. Thwaites 2415.

30. — *C. polymorpha* A. Rich. — *C. floribunda*. Lepr. (non Wight).

Poils cylindriques unisériés ou unicellulés mélangés, les unicellulés plus courts et plus fréquents sur le limbe.

Épidermes recticurvilignes à cuticule épaisse et lisse, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle bifacial : trois assises de palissades, celle de l'assise supérieure deux fois plus larges que les autres, mais de même longueur ; celles-ci environ quatre fois plus longues que larges occupant ensemble la moitié de l'épaisseur totale.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint accompagné de massifs fibreux en dessous, collenchymatoïde en dessus, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire disjoint accompagné de massifs fibreux en dehors, à moelle occupée par des fibres.

Cristaux nuls.

V. s. s. Abyssinie.

Note. Cette espèce diffère du *C. tomentosa Lam.* avec laquelle elle a été réunie par M. Oliver.

Ne serait-elle pas à ranger parmi les *Pedicellares* ?

31. — *C. lanceolaris* DC.

Poils unisériés cylindriques obtus à parois assez épaisses, abondants sur le pétiole.

Épidermes recticurvilignes, le supérieur à cuticule striée, sans stomates, l'inférieur lisse.

Mésophylle bifacial, faible ; une assise de palissades à peine plus longues que larges, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, accompagnés de grosses fibres en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué, subdisjoint, collenchymatoïde en dessus, accompagné de petits massifs fibreux en dessous.

Cristaux nuls.

V. s. s. Java. Zollinger. 2268.

32. — *C. corymbosa* Lam. DC.

Poils unisériés à parois minces insérés sur une petite émergence hémisphérique qui reste après la chute des poils, en petit nombre sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule lisse, l'inférieur orné de quelques stries, tous deux pourvus de stomates en petit nombre à la face supérieure.

Mésophylle subcentrique presque homogène ; faisceaux immergés accompagnés en dessous de forts massifs fibreux.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau fortement arqué collenchymatoïde en dehors et en dedans.

Cristaux sphéroïdes, rarement prismatiques simples, dans les parenchymes du pétiole et de la nervure médiane.

V. s. s. Welwitsch. Iter angolense 990.

33. — *C. Roxburghii* DC. — *C. bisperma* Roxb. — *C. corymbosa* Rxb. (Syn. ex. Hook. f. et Thoms. l. c.). (Planche 1, fig. 5).

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : hypoderme composé de cellules tabulaires disposées sur une assise, par endroits sur deux, aux dépens de la première assise de palissades ; deux ou trois assises de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, occupant avec l'hypoderme un peu plus de la moitié de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés dépourvus d'éléments méca-

niques, terminés par des groupes de petits réservoirs vasiformes assez épaissis.

Nervure médiane : faisceau arqué rubané, dépourvu de fibres, surmonté ordinairement d'un ou de deux petits inverses; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau arqué accompagné en dehors de quelques fibres mécaniques.

Cristaux nuls.

V. s. s. *C. bisperma* Ceylan Herb. **P**eraden; Thwaites 1884 et 7065.

34. — *C. pedunculosa* Wall. — *C. Sepiaria* Wall.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, occupant plus d'un tiers de l'épaisseur totale; faisceaux immergés accompagnés de quelques fibres mécaniques en dessus et en dessous; parenchyme soutenus par des fibres épaisses, ramifiées qui le traversent dans tous les sens et s'insinuent sous les épidermes.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué accompagné de fibres en dessus et en dessous surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué accompagné en dehors de massifs fibreux isolés.

Cristaux agglomérés, dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Ceylan. Thwaites. 1069.

35. — *C. floribunda* Wight. — *C. Malabarica* Wall. *C. oligandra* Griff. (syn. ex Hook. f. et Thoms. l. c.).

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur à cellules beaucoup plus petites que l'inférieur, sans stomates.

Mésophylle subbifacial presque homogène, parsemé dans la zone moyenne de grosses cellules scléreuses étendues horizontalement, douées d'un faible accroissement propre; faisceaux

immergés accompagnés en dessus et en dessous de forts massifs fibreux; quelques massifs fibreux isolés.

Nervure médiane : faisceau arqué collenchymatoïde en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : ...

Cristaux nuls (?).

V. s. s. Ceylan. Thwaites 3766.

36. — *C. diversifolia* W. et A.

Poils unicellulés rameux, à parois épaisses, formant un tomentum sur les jeunes pédicelles.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale; faisceaux immergés, les petits accompagnés d'un massif fibreux en dessous, les plus forts présentant des fibres en dessus et en dessous; quelques faisceaux de fibres isolés et quelques groupes de cellules scléreuses.

Dans la nervure médiane : faisceau entouré d'une puissante gaine fibreuse, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire, dépourvu de fibres mécaniques.

Cristaux simples, mâclés, en sablier, en agglomérations diverses, souvent cruciformes, dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Inde orient. Herb. Wight. 952.

37.—*C. grandis* Linn. f. — *C. maximus* Roth. — *C. bisperma* Roxb. non Wight. — *C. obovata* Hamilt. — *C. racemifera* DC.

Poils unisériés cylindriques à parois assez épaisses, à cloisons transversales ordinairement minces, abondants sur les deux faces, sur les nervures et le pétiole.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule striée, sans stomates, l'inférieur lisse.

Mésophylle bifacial ordinairement composé de plusieurs assises de palissades décroissant de la face supérieure à la face inférieure ; faisceaux immergés accompagnés de massifs fibreux en dessous, les plus forts (nervures secondaires) dépourvus de fibres et rattachés aux deux épidermes par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué rubané dépourvu de fibres ou accompagné de massifs fibreux aux deux cornes, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau subannulaire subdisjoint accompagné en dehors de quelques petits massifs fibreux.

Cristaux nuls.

V. s. s. Inde orient. Leschenault 198. — Jacquemont 176.

38. — *C. Sepiaria* Linn. — *C. Sepiaria* var. 1. *vulgaris* Hook. f. et Thoms. (l. c.). (Planche 1, fig. 9.)

Poils unisériés cylindriques, caducs sur le limbe, persistants sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule ponctuée, à cellules cristalligènes (?), pourvu de rares stomates, l'inférieur strié, marqué de nombreuses cicatrices laissées par les poils.

Mésophylle bifacial parsemé dans toute son épaisseur de nombreuses cellules cristalligènes ; plusieurs assises de palissades décroissant de la face supérieure à la face inférieure ; faisceaux immergés, les petits dépourvus d'éléments mécaniques, les plus forts accompagnés de fibres en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme en palissades.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint, collenchymatoïde en dessus en dessous.

Cristaux simples agglomérés, souvents fasciculés, dans le mésophylle, les parenchymes des nervures et du pétiole.

V. s. s. Ceylan. Thwaites 1063.

39. — *C. retusella* Thw. — *C. Sepiaria* var. *retusella* Hook f. et Thoms. (l. c.)

Poils unisériés cylindriques, à parois assez minces, rares sur le pétiole.

Épidermes recti-curvilignes, à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de cinq à huit fois plus longues que larges occupant plus du tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, accompagnés d'un massif fibreux en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué, collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué collenchymatoïde en dehors.

Cristaux agglomérés sphéroïdes, peu distincts, en petit nombre dans le parenchyme des nervures et du pétiole.

V. s. s. Ceylan. Thwaites 2550.

40. — *C. incanescens* DC. — *C. Sepiaria* var. *incanescens* Hook. f. et Thoms (l. c.) — *C. stylosa* β. DC. (Planche 1, fig. 6 a et b).

Poils unisériés cylindriques subaigus, assez abondants à la face inférieure, très-nombreux sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, à cuticule très-épaisse, le supérieur lisse, sans stomates, l'inférieur strié.

Mésophylle subcentrique : à la face supérieure une assise de palissades n'occupant pas la sixième partie de l'épaisseur totale ; à la face inférieure une faible épaisseur d'un parenchyme dense ; la zone moyenne très-forte à parenchyme méatique ; faisceaux immergés accompagnés de fibres en dessous.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué accompagné en dehors de quelques fibres mécaniques.

Cristaux nuls.

V. s. s. Inde orientale Wight. 106. Herb. Adr. de Jussieu.

41. — *C. aphylla* Roth. DC. — *C. Sodada* Br. — *Sodada decidua* Forsk.

Poils unicellulés (?) cylindriques à parois minces, sur les jeunes organes.

Épidermes rectilignes à cuticule striée, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle subcentrique : à la face supérieure une assise de palissades, simple ou subdivisée, occupant près de la moitié de l'épaisseur totale ; à la face inférieure palissades beaucoup moins développées ; zone moyenne parsemée de nombreuses cellules scléreuses douées d'accroissement propre et envoyant des ramifications coniques jusqu'aux deux épidermes ; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué collenchymatoïde en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué collenchymatoïde en dessus et en dessous.

Cristaux nuls.

V. s. s. Inde orientale. Herb. Wight.

Écorce primaire de la tige : stomates à ostiole transversal ; une assise de palissades soutenues par des faisceaux de cellules scléreuses de même forme reposent sur un lit de cellules scléreuses arrondies.

Cette couche de cellules scléreuses n'est séparée des massifs fibreux libériens que par quelques cellules parenchymateuses.

Note. Il n'y a aucune raison pour séparer le *C. aphylla* des *Eucapparis*, soit en formant un genre distinct (*Sodada*), soit en créant une section. Le port de la plante ne saurait être invoqué dans cette question.

42. — *C. undulata* Zeyh. (ex. Eckl).

Poils nuls.

Épidermes recti-curvilignes à cuticule striée, à cellules toutes cristalligènes, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de six à huit fois plus longues que larges occupant plus du tiers de l'épais-

seur totale ; faisceaux immergés, accompagnés de massifs fibreux en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de massifs fibreux en dessus et en dessous, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué accompagné de fibres en dessus et en dessous.

Cristaux simples, en grande quantité dans le parenchyme des grosses nervures et du pétiole, fasciculés dans l'épiderme.

V. s. s. Cap. Eckl.

D. Octandræ Etamines 8.

43. — *C. oleoïdes* Burch. — *C. coriacea* DC. (Harv. Sond. fl. cap.).

Poils nuls.

Épidermes recti-curvilignes à cuticule épaisse et lisse, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique presque exclusivement composé de longues palissades soutenues par des cellules scléreuses issues de la première et de la dernière assise de palissades, s'élargissant en forme de tête de clou sous les épidermes et s'accroissant en se ramifiant vers la région moyenne du mésophylle ; faisceaux immergés accompagnés de massifs fibreux en dessous, terminés par des groupes de petits réservoirs vasiformes.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné en dessus, et en dessous, de puissants massifs fibreux, surmonté de palissades.

Pétiole : faisceau arqué subannulaire accompagné en dehors de massifs fibreux isolés; moelle occupée par des tissus fibreux; parenchyme parsemé de groupes de cellules scléreuses.

Cristaux nuls.

V. s. s. Herb. cap. Lehmann. Herb. de Jussieu.

? 44. — *C. racemulosa* D C.

Pois nuls.

Épidermes recticuvilignes à cuticule striée, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de quatre à six fois plus longues que larges occupant près de la moitié de l'épaisseur totale.

Nervure médiane : faisceau arqué subannulaire accompagnés de fibres mécaniques en dehors.

Cristaux nuls.

V. s. s. Afrique centrale.

Note. Cette plante, placée parmi les *Octandræ*, avec un point de doute par de Candolle, n'a pas été l'objet, à ma connaissance, de nouvelles recherches permettant de lui assigner une place définitive.

II. — Capparidastrum.

45. — *C. frondosa* Jacq. (Planche 2, fig. 15).

Poils nuls.

Épidermes à parois externes ponctuées, le supérieur rectiligne à cuticule striée, à parois verticales minces, sans stomates, l'inférieur très fortement onduleux, à parois verticales épaisses sauf celles des cellules qui entourent les stomates.

Mésophylle bifacial ; une assise de palissades subdivisée en deux, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, entourés d'une gaine fibreuse.

Nervure médiane et nervure secondaire : faisceau annulaire disjoint, accompagné en dehors de massifs fibreux isolés, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire entouré d'une puissante gaine fibreuse; collenchyme sous-épidermique bien développé; parenchyme parsemé de petits groupes de cellules scléreuses arrondies, de même forme que les cellules environnantes.

Cristaux simples, mâclés, souvent en étoile hexagonale résultant de la superposition de deux triangles, grossièrement agglomérés, dans le parenchyme du pétiole.

V. v. c. et s. s. Saint-Domingue.

46. — *C. macrophylla* H. B. K. — DC.

Poils ?

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle subcentrique à palissades plus ou moins développées ; faisceaux immergés entourés d'une puissante gaine fibreuse, les plus forts rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure secondaire : faisceau faiblement arqué entouré d'une gaine fibreuse, surmonté de parenchyme incolore ; parenchyme inférieur parsemé de cellules scléreuses arrondies.

Nervure médiane....

Pétiole : ....

Cristaux agglomérés dans le parenchyme des fortes nervures.

V. s. s. Amérique équat. Bonpland. —Exemple authentique portant comme provenance Java.

47. — *C. petiolaris* H. B. K. — DC.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à parois minces, le supérieur à cuticule ornée de fines stries parallèles, sans stomates, l'inférieur marqué de fines stries entortillées.

Mésophylle homogène (?); faisceaux immergés dépourvus de fibres mécaniques.

Nervure médiane : faisceau annulaire dépourvu de fibres surmonté de parenchyme vert ; collenchyme sous-épidermique bien développé aux deux faces.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint entouré d'une zone continue de larges fibres ; collenchyme sous-épidermique bien développé.

Vaisseaux ligneux très larges.

V. s. s. Guayaquil. Herb. Humb.

III. — Cynophalla.

A. *Épiderme cristalligène.*

48. — *C. Cynophallophora* Linn.

Poils unicellulés, coniques, très courts, à parois épaissies, sur le pétiole.

Épidermes rectilignes à cuticule ornée de quelques stries, le supérieur sans stomates, tous deux cristalligènes; stomates situés au-dessous du niveau de l'épiderme communiquant avec le dehors par un trou irrégulier.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades trois ou quatre fois plus longues que larges; hypoderme d'une assise de cellules par endroits, hypertrophié aux bords de la feuille; faisceaux immergés, accompagnés de fibres en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un double faisceau inverse, tous accompagnés de massifs fibreux; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau arqué subannulaire accompagné en dehors de quelques fibres et renfermant souvent un petit faisceau à bois supérieur.

Cristaux simples, mâclés ou en étoiles hexagonales composés de deux triangles superposés dans les cellules épidermiques.

V. v. c. et s. s. St-Thomas.

Note. Espèce variable dans le rapport de la forme de ces feuilles, mais présentant toujours la même structure anatomique.

49. — *C. Guayaquilensis* H. B. K. — DC.

Poils nuls.

Épiderme supérieur finement onduleux à cuticule chagrinée non cristalligène, sans stomates; épiderme inférieur rectiligne à cuticule lisse, cristalligène, stomates au-dessous du niveau extérieur communiquant avec l'extérieur par des trous irréguliers.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades environ trois

fois plus longues que larges, occupant un tiers de l'épaisseur totale; faisceaux immergés accompagnés de massifs fibreux en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué surmonté de deux petits inverses, tous accompagnés de forts massifs fibreux; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau arqué accompagné en dehors de quelques fibres mécaniques.

Cristaux fasciculés dans l'épiderme inférieur.

V. s. s.

50. — *C. polyantha* Triana.

Poils nuls.

Épiderme à cuticule épaisse, le supérieur lisse, cristalligène sans stomates, l'inférieur orné de stries contournées, non cristalligène ; stomates situés au-dessous du niveau de l'épiderme communiquant avec le dehors par des trous irréguliers.

Mésophylle bifacial; deux assises de palissades environ trois fois plus longues que larges, occupant un tiers de l'épaisseur totale ; l'assise supérieure parsemée de cellules scléreuses isodiamétriques peu épaissies et correspondant ordinairement au parcours des faisceaux ; faisceaux immergés, les petits accompagnés d'un fort massif fibreux en dessous, les forts pourvus de massifs fibreux en dessus et en dessous.

Nervure médiane....

Pétiole.....

Cristaux fasciculés dans l'épiderme supérieur.

V. s. s. Nouvelle Grenade. Triana.

51. — *C. mollis* H. B. K. — DC.

Poils unicellés cylindriques, obtus, lisses (face supérieure) ou fortement striés en long (face inférieure), peu épaissis, en petit nombre à la face supérieure, abondants à la face inférieure.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule lisse, cristalligène, sans stomates, l'inférieur strié; stomates situés au-dessous du niveau de l'épiderme, communiquant avec l'extérieur par des trous irréguliers.

Mésophylle subbifacial; une assise de palissades occupant environ un tiers de l'épaisseur totale; tissu assez dense à la face inférieure; faisceaux immergés dépourvus de fibres mécaniques (?).

Nervure médiane : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué dépourvu de fibres.

Cristaux simples, maclés ou en étoiles hexagonales dans l'épiderme supérieur.

V. s. s. Amérique équator. Bonpland.

52. — *C. linearis* Jacq., DC.

Poils unicellulés coniques, très courts, à parois assez épaisses, rares sur le pétiole.

Épidermes rectilignes à cuticule très épaisse lisse, à cellules ogivales cristalligènes, le supérieur sans stomates; stomates beaucoup plus grands que les cellules environnantes.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale ; les petits faisceaux immergés, accompagnés en dessus et en dessous de massifs fibreux; sous les deux épidermes, massifs fibreux isolés correspondant aux faisceaux; les plus forts rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un plus petit inverse, tous accompagnés de massifs fibreux; parenchyme vert non interrompu; massif fibreux sous l'épiderme supérieur.

Pétiole : faisceau arqué accompagné de fibres mécaniques en dehors.

Cristaux simples clinorhombiques ou mâclés dans les deux épidermes.

V. s. s. Maracaybo.

53. — *C. verrucosa* Jacq., DC. (Planche 2, fig. 16, a et b).

Poils unicellulés ou de deux ou trois cellules unisériées,

coniques, courts, insérés sur des émergences hémisphériques, abondants sur le pétiole.

Épidermes rectilignes cristalligènes, le supérieur à cuticule ornée de perles irrégulières, sans stomates, l'inférieur lisse.

Mésophylle bifacial parcouru dans tous les sens par des fibres qui s'insinuent sous les épidermes ; deux assises de palissades occupant environ le tiers de l'épaisseur totale.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint surmonté de deux petits inverses, tous accompagnés de massifs fibreux ; parenchyme vert non interrompu ; parenchyme parsemé de groupes de cellules scléreuses arrondies de même grandeur que les cellules environnantes.

Pétiole : faisceau annulaire collenchymatoïde en dehors et en dedans.

Cristaux fasciculés ou agglomérés, plus rarement simples ou en étoiles hexagonales dans les épidermes et le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Amér. équat.

B. *Épiderme non cristalligène.*

54. — *C. declinata* Vellozo.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates ; stomates au-dessous du niveau des cellules épidermiques.

Mésophylle bifacial ; une assise de palissades occupant environ le tiers de l'épaisseur totale ; les petits faisceaux immergés, accompagnés de fibres mécaniques en dessus et en dessous, les plus forts rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore collenchymateux.

Nervure médiane : .....

Pétiole : .....

Cristaux nuls (?).

V. s. s. Rio de Janeiro.

55. — *C. flexuosa* Vellozo (?).

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à cuticule épaisse ornée de stries grossières irrégulières, le supérieur sans stomates ; cellules ogivales.

Mésophylle subcentrique épais ; tissu dense aux deux faces très méatique dans la zone moyenne ; palissades à peine indiquées à la face supérieure ; faisceaux immergés accompagnés de fibres en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint accompagné de massifs fibreux, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint, les deux cornes infléchies formant deux faisceaux inclus détachés ; deux faisceaux plus petits isolés correspondant aux bords de la gouttière pétiolaire, tous collenchymatoïdes en dehors.

Cristaux simples diversement modifiés, dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s.

56. — *C. subbiloba* H. B. K. — DC.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à cuticule épaisse et lisse, le supérieur sans stomates ; stomates situés au-dessous du niveau des cellules épidermiques, correspondant avec l'extérieur par un trou ovale.

Mésophylle bifacial : deux ou trois assises de palissades de six à douze fois plus longues que larges, occupant les deux tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, accompagnés en dessus et en dessous de puissants massifs fibreux.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné en dessous de forts massifs fibreux, surmonté d'un autre inverse séparé du premier par un massif fibreux ; palissades non interrompues.

Pétiole : faisceau annulaire accompagné en dehors de massifs fibreux isolés peu développés.

Cristaux nuls.

V. s. s. Nouvelle-Grenade. Sainte-Marthe, Goudot.

57. — *C. lineata* Domb.? scandens Vell.?

Poils plurisériés à tête formée par des cellules allongées, libres, rayonnantes, médiocrement épaissies, lisses, très abondants à la face inférieure, sur les nervures et le pétiole.

Épidermes à cuticule lisse, le supérieur onduleux, sans stomates, l'inférieur rectiligne. Stomates un peu saillants.

Mésophylle bifacial, très faible; une assise de cellules en palissades environ 4 fois plus longues que larges, n'occupant pas la moitié de l'épaisseur totale.

Nervure médiane : faisceau arqué dépourvu d'éléments mécaniques, surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques.

Cristaux nuls.

V. s. s. Brésil.

Note. — J'ai un doute sur la bonne détermination de cette plante.

IV. — Busbeckia.

58. — *C. nobilis.* F. Muell.

Poils unisériés à parois assez épaisses, courts cylindroconiques, très nombreux sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule lisse, sans stomates, l'inférieur strié.

Mésophylle subcentrique : hypoderme de 1 ou 2 assises, les cellules de l'inférieure mêlées de cellules scléreuses de même forme, douées d'un faible accroissement propre qui leur permet de s'insinuer entre les cellules de l'assise hypodermique supérieure jusqu'à l'épiderme, deuxième assise hypodermique formée aux dépens des cellules en palissades, le reste du mésophylle presque exclusivement composé de palissades très longues aux deux faces, plus courtes dans la région moyenne; faisceaux immergés entourés d'une forte gai e fibreuse, les plus forts touchant à l'hypoderme.

Nervure médiane : faisceau rubané disjoint; chaque fascicule accompagné en dessus et en dessous d'un fort massif fibreux, surmonté de l'hypoderme hypertrophié parsemé de

cellules scléreuses; parenchyme inférieur également criblé de cellules scléreuses.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint, entouré d'une gaine fibreuse; parenchyme parsemé de cellules scléreuses.

V. s. s. Queensland. F. Mueller.

59. — *C. lucida* Banks. — *Thylachium lucidum* DC.

Poils ?

Épidermes rectilignes présentant par ci par là quelques cellules faiblement sclérifiées, le supérieur à cuticule lisse; sans stomates, l'inférieur strié.

Mésophylle subbifacial; hypoderme de 1, 2 ou 3 assises, parsemé (surtout dans l'assise inférieure) de cellules scléreuses douées d'un fort accroissement propre qui leur permet de s'insinuer jusqu'à l'épiderme d'une part, et entre les palissades jusqu'au delà du milieu du mésophylle d'autre part; palissades ordinairement très développées à la face supérieure, peu ou point à la face inférieure; faisceaux immergés entourés d'une gaine fibreuse, les plus forts touchant à l'hypoderme.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné de massifs fibreux en dessus et sur les côtés, moins en dessous, surmonté de l'hypoderme hypertrophié.

Pétiole.....

Cristaux nuls.

V. s. s. Nouvelle-Hollande. Verreaux 775.

Espèce non distincte du *C. nobilis*.

60. — *C. arborea* F. Muell.

Poils nuls.

Épidermes recticurvilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : hypoderme d'une assise de cellules tabulaires; une assise de palissades environ 6 fois plus longues que larges; cellules scléreuses abondantes dans toute l'épaisseur, douées d'un faible accroissement propre et conservant à peu près la forme des cellules d'où elles procèdent; faisceaux immergés, entourés d'une gaine fibreuse.

Nervure médiane.....
Pétiole.....
Cristaux nuls (?).
V. s. s. Moreton bay. F. Muell.
Espèce non distincte des deux précédentes.

61. — *C. Thozetii* F. Muell.
Poils unisériés coniques, courts, épaissis, à cloisons transversales minces, rares à la face inférieure.
Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule lisse sans stomates, l'inférieur strié.
Mésophylle centrique : sous l'épiderme supérieur, hypoderme d'une assise de cellules tabulaires; plusieurs assises de palissades à la face supérieure, une seule à la face inférieure, laissant au milieu une faible zone de parenchyme méatique; cellules scléreuses ramifiées dans toute l'épaisseur, s'insinuant sous l'hypoderme et même sous l'épiderme supérieur; faisceaux immergés entourés d'une gaine fibreuse.
Nervure médiane : faisceau entouré d'une forte gaine fibreuse, surmonté d'un peu de parenchyme vert et de l'hypoderme faiblement prolifié; parenchyme inférieur presque complètement transformé en tissu fibreux.
Pétiole : faisceau arqué (?) subdisjoint accompagné de fibres; parenchyme parsemé de cellules scléreuses arrondies.
Cristaux nuls.
V. s. s. Australie, Queensland. Thozet 1870.
Le *C. nobilis* est une espèce collective qui renferme plusieurs formes, les *C. lucida*, *arborea Thozetii*, présentant qualitativement la même structure anatomique.

V. — Breyniastrum.

A. — *Épiderme cristalligène.*
62. — *C. tenuisiliqua* Jacq.
Poils unisériés cylindriques aigus, à parois assez minces, peu abondants sur la face inférieure et sur le pétiole.

Épidermes recticurvilignes, à cuticule lisse, tous deux cristalligènes, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades jusqu'à 16 fois plus longues que larges, occupant environ les deux tiers de l'épaisseur totale ; les petits faisceaux immergés, accompagnés de quelques fibres mécaniques en dessous, les plus forts munis de massifs fibreux en dessus et en dessous et rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué, surmonté de deux petits inverses, tous accompagnés de massifs fibreux, parenchyme vert interrompu.

Pétiole : faisceau annulaire accompagné de massifs fibreux en dehors.

Cristaux petits, simples prismatiques, mâclés, en sabliers en étoiles hexagonales dans les épidermes et dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Venezuela. Linden 1612.

63. — *C. Breynia* Jacq. — *C. amygdalina* Lam. — *C. Lindeniana*. (?). (Planche 2, fig. 10, a, b et c.)

Poils en écusson, à pied plurisérié, de deux espèces, les uns longuement pédiculés, à disque étalé, à cellules rayonnantes soudées dans la plus grande partie de leur longueur, libres seulement à leur extrémité conique ; les autres en pinceau formant une bourre dans les cryptes de la face inférieure.

Épidermes rectilignes à cuticule épaisse, le supérieur sans stomates, tous deux cristalligènes, l'inférieur se repliant dans des cryptes creusées dans le parenchyme renfermant les stomates saillants, remplis de poils en pinceau, recouverts par les bords des poils en écusson extérieurs.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades peu développées, la supérieure prenant même parfois les caractères d'un hypoderme ; faisceaux immergés, les petits accompagnés de fibres mécaniques en dessous, les gros munis de fibres en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un ou de deux petits inverses, tous entourés et réunis par de forts massifs fibreux.

Pétiole : faisceau arqué collenchymatoïde en dehors.

Cristaux fasciculés dans les épidermes, agglomérés dans le mésophylle autour des faisceaux.

V. s. s. Nouvelle Grenade, Goudot. — Mexique, *C. Lindeniana*). Linden. — Amer. équat. de Grosourdy.

64. — *C. odoratissima* Jacq. — *C. intermedia* H. B. K. (planche 2, fig. 13, a, b et c.)

Poils en écusson, à pied plurisérié, à disque composé d'innombrables cellules rayonnantes, soudées dans toute leur longueur et formant une figure irrégulièrement lobée, abondants à la face inférieure et sur le pétiole.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, à cellules toutes cristalligènes, le supérieur sans stomates marqué des cicatrices laissées par des poils (unisériés ?) tombés de bonne heure.

Mésophylle bifacial ; deux assises de palissades, environ six fois plus longues que larges, occupant environ la moitié de l'épaisseur totale ; l'assise supérieure parsemée de cellules scléreuses douées d'un fort accroissement propre, s'élargissant en tête de clou sous l'épiderme supérieur, s'insinuant entre les cellules sous jacentes, quelquefois en se ramifiant, jusqu'à l'épiderme inférieur, convergeant souvent au nombre de trois à six vers la base des poils en écusson ; faisceaux immergés accompagnés de massif fibreux en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau annulaire, accompagné en dehors de fibres plus ou moins bien développées ; surmonté de parenchyme vert.

Pétiole : faisceau annulaire accompagné en dehors de massifs fibreux ; moelle et parenchyme extérieur collenchymateux.

Cristaux fasciculés, simples, en lames, maclés ou en étoiles hexagonales, dans les épidermes.

V. s. s. Amérique équat. — Venezuela, Moritz 481.

B. — *Épidermes non cristalligènes.*

65. — *C. incana* H. B. K. — DC.

Poils en pinceau, à pied multisérié; cellules de la tête rayonnant dans tous les sens, libres sur la plus grande partie de leur longueur, abondants partout.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades peu développées; nervures très saillantes à la face inférieure, circonscrivant des alvéoles profondes dans lesquelles se trouvent les stomates; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué, surmonté d'un plus petit inverse, dépourvus de fibres mécaniques; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau arqué accompagné en dehors de quelques massifs fibreux peu développés.

Cristaux nuls.

V. s. s. Amérique équat. Bonpland. — Mexique. Galeotti (*C. elæagnifolia*).

66. *C. angustifolia*. — H. B. K. — DC.

Poils en pinceau ou en écusson, à pied multisérié à tête composée de cellules rayonnant dans tous les sens ou étalées dans un plan horizontal, libres sur la plus grande partie de leur longueur, très abondants.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule médiocre, lisse, sans stomates, l'inférieur à cuticule épaisse sur les parties saillantes, striée dans le sens des nervures.

Mésophylle bifacial : hypoderme composé de deux ou trois assises de cellules tabulaires; plusieurs assises de palissades occupant presque toute l'épaisseur de la feuille; nervures très saillantes circonscrivant des alvéoles profondes, au fond desquelles se trouvent les stomates saillants; faisceaux immergés, accompagnés en dessus et en dessous de puissants massifs

fibreux, les plus forts, rattachés à l'hypoderme par du parenchyme incolore ; faisceaux fibreux isolés abondants.

Nervure médiane : faisceau arqué disjoint, surmonté de plusieurs petits inverses, tous surmontés, accompagnés et reliés entre eux par de puissants massifs fibreux ; parenchyme vert interrompu.

Pétiole ; faisceau arqué subdisjoint, collenchymatoïde en dehors.

Cristaux nuls.

V. s. s. Amérique équat. Bonpland.

67. — *C. Pachaca* H. B. K. — DC.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur à cellules ogivales, sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de deux à trois fois plus longues que larges occupant de un tiers à un quart de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés accompagnés en dessous de forts massifs fibreux.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, surmonté d'un autre presque aussi fort, inverse, tous accompagnés en dehors de puissants massifs fibreux ; palissades non interrompues.

Pétiole : faisceau annulaire disjoint, accompagné en dehors de petits massifs fibreux.

Cristaux nuls.

V. s. s. Caracas. Funk. 329.

68. — *C. ferruginea* Linn. — *C. octandra* Jacq. (Planche 2, fig. 12).

Poils plurisériés, en arbuscules, chaque série se terminant librement, sur les côtés ou au sommet par une longue pointe conique (à la manière des aigrettes plumeuses des Composées) très abondants à la face inférieure et sur le pétiole.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : deux ou trois assises de palissades oc-

cupant les deux tiers de l'épaisseur totale ; nervures saillantes à la face inférieure, circonscrivant des alvéoles peu profondes dans lesquelles se trouvent les stomates saillants ; faisceaux immergés, accompagnés de massifs fibreux en dessus et en dessous, rattachés ordinairement à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué surmonté d'un petit inverse, tous accompagnés et reliés entre eux par des massifs fibreux.

Pétiole : faisceau annulaire accompagné en dehors de massifs fibreux isolés.

Cristaux nuls.

V. s. s. Cuba Wright.

VI. — Calanthea.

VII. — Quadrella.

A. — *Épiderme cristalligène.*

69. — *C. Yco.* Mart.

Poils en pinceau, à pied plurisérié, à tête composée de cellules rayonnant dans tous les sens, libres sur la plus grande partie de leur longueur ; très abondants à la face inférieure.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur critalligène, sans stomates, contenant un assez grand nombre de cellules scléreuses ; stomates saillants.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades environ six fois plus longues que larges, occupant près des trois quarts de l'épaisseur totale ; fibres émanant des faisceaux, parcourant le tissu en palissades et s'insinuant sous l'épiderme supérieur ; nervures saillantes à la face inférieure circonscrivant des alvéoles peu profondes qui contiennent les stomates ; faisceaux accompagnés en dessous d'un fort massif fibreux rattachés à l'épiderme supérieur par une masse fibreuse en forme de double T, les plus gros entourés d'une gaine fibreuse complète.

Nervure médiane : ...

Pétiole : ...

Cristaux simples ou facisculés, dans l'épiderme supérieur.

V. s. s. Brésil.

70. — *C. scabrida* H. B.K. — DC. (Planche 2, fig. 11).

Poil s en pinceau, à pied plurisérié, à tête composée de cellules rayonnant dans tous les sens, libres sur la plus grande partie de leur longueur; très abondants à la face inférieure, caducs et laissant de larges cicatrices à la face supérieure.

Épidermes rectilignes, à cuticule épaisse et lisse, le supérieur cristalligène, sans stomates.

Mésophylle bifacial : hypoderme d'environ cinq assises de cellules régulièrement superposées occupant dans les endroits minces, la moitié de l'épaisseur totale; parenchyme en palissades très développé, occupant presque toute l'épaisseur de la partie verte du mésophylle, nervures très saillantes à la face inférieure, circonscrivant des alvéoles profondes qui renferment les stomates; faisceaux accompagnés de massifs fibreux en dessous, rattachés à l'hypoderme par des masses fibreuses souvent en forme de double T.

Nervure médiane : faisceau arqué disjoint, surmonté d'un autre inverse disjoint séparé du premier par un troisième disjoint à bois supérieur; tous les fascicules accompagnés, du côté libérien, d'un massif fibreux; parenchyme vert interrompu; faisceaux séparés de l'épiderme par l'hypoderme.

Pétiole : faisceau annulaire disjoint dépourvu de fibres mécaniques enfermant plusieurs faisceaux irréguliers accompagnés de massifs fibreux du côté libérien.

Cristaux fasciculés dans l'épiderme supérieur, simples, prismatiques, diversement modifiés dans l'hypoderme.

V. s. s. Pérou.

71. — *C. anceps* Shuttl.

Poils en écusson, à pied plurisérié, à cellules rayonnantes soudées sur presque toute leur longueur, se terminant par de petites pointes coniques libres, formant un ensemble discoïde

irrégulièrement lobé; abondants à la face inférieure, caducs (unisériés ?) à la face supérieure.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur cristalligène, sans stomates.

Mésophylle bifacial; une assise de palissades occupant près de la moitié de l'épaisseur totale; mêlées de cellules scléreuses verticales, douées d'un faible accroissement propre, terminées ordinairement en tête de clou sous l'épiderme supérieur et s'insinuant souvent en forme de pointe dans le parenchyme méatique; faisceaux immergés, les petits accompagnés de massifs fibreux en dessous, les forts pourvus de massifs fibreux en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué disjoint surmonté d'un ou de deux petits inverses, tous pourvus de massifs fibreux en dehors; parenchyme vert interrompu.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint collenchymatoïde en dessus et en dessous.

Cristaux fasciculés dans l'épiderme supérieur, simples, fasciculés ou en étoiles hexagonales dans le parenchyme du pétiole.

V. s. s. Floride.

B.—*Épiderme non cristalligène.*

72.— *C. crotonoïdes* H. B. K.—DC.

Poils en pinceau, à pied plurisérié, à tête composée de cellules rayonnant dans tous les sens, libres sur la plus grande partie de leur longueur; abondants à la face inférieure et sur le pétiole, peu nombreux à la face supérieure.

Épidermes rectilignes à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial, très faible; palissades à peine marquées à la face supérieure; nervures très saillantes en dessous, circonscrivant des alvéoles assez profondes, dans lesquelles se trouvent les stomates, faisceaux dépourvus d'éléments mécaniques, les petits immergés, les gros rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore,

Nervure médiane : faisceau arqué, dépourvu de fibres mécaniques, surmonté de parenchyme incolore.

Pétiole : faisceau arqué subdisjoint, accompagné en dehors de massifs fibreux isolés.

Cristaux nuls.

V. s. s. Province de Corrientes (à peine distincte de l'*incana*).

73. — *C. detonsa.* — Triana et Planch.

Poils en pinceau à pied plurisérié, à tête composée de cellules rayonnantes très épaissies, libres sur la plus grande partie de leur longueur.

Épidermes rectilignes, à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle homogène; faisceaux immergés, accompagnés en dessous de quelques cellules scléreuses.

Nervure médiane...

Pétiole : ...

Cristaux nuls (?)

V. s. s. Nouvelle Grenade.

74. — *C. Jamaïcensis* Jacq.

Poils en écusson, à pied plurisérié, à tête composée de nombreuses cellules rayonnantes, soudées sur la plus grande partie de leur longueur, se terminant par de petites pointes coniques.

Épiderme rectiligne, à cuticule lisse, le supérieur portant les cicatrices laissées par des poils unisériés (?)

Mésophylle bifacial : une assise de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, occupant à peine le quart de l'épaisseur totale; dans la moitié supérieure, grosses cellules scléreuses douées d'accroissement propre, s'insinuant jusque sous l'épiderme supérieur; faisceaux accompagnés de fibres mécaniques en dessus et en dessous, les petits immergés, les plus gros rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué, surmonté d'un ou de deux petits inverses, tous accompagnés et reliés entre eux par des massifs fibreux, palissades non interrompues.

Pétiole : faisceau annulaire, accompagné en dehors de massifs fibreux isolés.

Cristaux nuls.

V. s. s. Antilles.

Espèce très voisine du *C. odoratissima*, sinon identique avec lui.

SPECIES INCERTÆ SEDIS.

75. — *C. Rothii* Oliv. (Eucapparis pedicellaris ?).

Poils unicellulés fusiformes, aplatis, rubanés, abondants sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, à cuticule striée, tous deux pourvus de stomates.

Mésophylle centrique : à la face supérieure une assise de palissades, par endroits subdivisée en deux, mêlées de cellules scléreuses de même forme ou plus larges ; à la face inférieure une assise de palissades également mêlées de cellules scléreuses.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, collenchymatoïde en dessus, accompagné d'un massif fibreux en dessous, palissades supérieures non interrompues.

Pétiole, faisceau annulaire subdisjoint, à moelle collenchymatoïde, accompagné de fibres mécaniques en dehors.

Cristaux nuls.

V. s. s. Afrique centrale. Schweinfurth.

76. — *C. pendula*. Triana et Planch.

Poils nuls.

Épidermes rectilignes, le supérieur à cuticule lisse, à cellules cristalligènes, sans stomates, l'inférieur orné de stries écartées.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades environ quatre fois plus longues que larges, occupant la moitié de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, accompagnés de fibres mécaniques en dessous, ceux des nervures secondaires dé-

pourvus de fibres, rattachés à l'épiderme supérieur par du collenchyme.

Nervure médiane : faisceau arqué, surmonté de deux petits inverses, tous accompagnés et reliés entre eux par des tissus collenchymatoïdes.

Pétiole : faisceau arqué, collenchymatoïde en dehors.

Cristaux fasciculés dans l'épiderme supérieur.

V. s. s. Nouvelle Grenade: Goudot.

77. — *C. acuminata* Lindl.

Poils nuls.

Épidermes curvilignes onduleux, le supérieur à cuticule striée, sans stomates, l'inférieur lisse.

Mésophylle subbifacial, subhomogène; faisceaux immergés, entourés d'une gaine fibreuse.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, entouré d'une gaine fibreuse.

Pétiole : faisceau arqué, subdisjoint, collenchymatoïde en dehors.

Cristaux nuls.

V. s. s. Chine (Hong-Kong). Abbé Furet 62.

78. — *C. oxysepala* ?

Poils en écusson, à cellules rayonnantes, nombreuses, formant un disque à bord entier, abondants partout.

Épidermes rectilignes, à cuticule lisse, à cellules cristalligènes, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : deux ou trois assises de palissades, de quatre à six fois plus longues que larges, occupant près de la moitié de l'épaisseur totale; faisceaux accompagnés en dessus et en dessous de puissants massifs fibreux, les plus forts rattachés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : ...

Pétiole : ...

Cristaux fasciculés dans les deux épidermes.

V. s. s. Nicaragua. Wright.

79. — *C. avicenniæfolia* H. B. K.

Poils unicellulés (?) rameux.

Épidermes rectilignes, à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : deux assises de palissades, les supérieures de six à huit fois plus longues que larges, les inférieurs de quatre à six fois plus longues que larges occupant la moitié de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, accompagnés de fibres en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, surmonté de deux petits inverses, tous accompagnés de massifs fibreux : parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau annulaire subdisjoint, enfermant plusieurs petits, tous accompagnés de massifs fibreux.

Cristaux nuls.

V. s. s. Amérique équatoriale.

80. *C. heterophylla* Ruiz et Pav.

Poils unisériés cylindriques, fortement striés, abondants à la face inférieure et sur le pétiole.

Épidermes recti-curvilignes, à cuticule ornée de stries entortillées, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de palissades bien développées, occupant environ un tiers de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés, accompagnés de fibres en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau arqué, surmonté de deux petits inverses, entourés d'une gaine fibreuse presque complète ; parenchyme vert non interrompu.

Pétiole : faisceau annulaire, dépourvu de fibres mécaniques.

Cristaux nuls.

V. s. s. Pérou.

Clef pour la détermination anatomique des espèces citées du genre *Capparis*.

1.	L'un des deux épidermes au moins cristalligène	2
	Épiderme non cristalligène	18
2.	Poils en écusson, seuls ou mêlés à d'autres formes	3
	Poils allongés, cylindriques, unisériés	7

Poils courts, coniques, 1, 2 ou 3, cellulés ou nuls.................... 8
Poils en pinceau à pied plurisérié.................................. 6
3. Mésophylle parsemé de cellules scléreuses.......................... 4
Mésophylle dépourvu de cellules scléreuses.......................... 5
4. Cellules scléreuses verticales parcourant toute l'épaisseur du mésophylle *C. odoratissima* (64)
Cellules scléreuses n'atteignant qu'à la moitié de l'épaisseur du mésophylle. *C. anceps* (71)
5. Stomates cachés dans des cryptes; disque des poils denticulés sur le bord. *C. Breynia* (62)
Stomates à la surface; disque des poils à bord entier.... *C. oxysepala* (78)
6. Hypoderme épais.................................... *C. scabrida* (70)
Pas d'hypoderme.. *C. Yco* (69)
7. Palissades très longues occupant les deux tiers de l'épaisseur totale, non mêlées à des cellules cristalligènes.................. *C. tenuisiliqua* (6)
Palissades courtes, mêlées à des cellules cristalligènes... *C. sepiaria* (38)
8. Cellules scléreuses formant un lit sous l'épiderme inférieur *C. brevispina* (13)
Pas d'assise scléreuse sous l'épiderme inférieur....................... 9
9. Stomates sur les deux faces; mésophylle centrique...... *C. divaricata* (8)
Pas de stomates à la face supérieure; mésophylle bifacial............. 10
10. Mésophylle parcouru en tous sens par des fibres....... *C. verrucosa* (53)
Pas de fibres dans le mésophylle...................................... 11
11. Poils unicellulés cylindriques, lisses à la face supérieure, striés à la face inférieure.. *C. mollis* (51)
Non.. 12
12. Cellules épidermiques supérieures de forme ogivale, plus hautes que larges. *C. linearis* Jacq. (52)
Cellules épidermiques tabulaires, plus larges que hautes.............. 13
13. Cuticule de l'épiderme supérieur lisse............................. 14
Cuticule de l'épiderme supérieur striée ou chagrinée.................. 16
14. Palissades mêlées de cellules scléreuses cubiques..... *C. polyantha* (50)
Non.. 15
15. Une assise de palissades (Inde orient.)............... *C. Heyneana* (11)
Deux assises de palissades (Amérique)................... *C. pendula* (76)
16. Deux assises de palissades, cristaux en partie en étoiles hexgonales. *C. cynophallophora* (48)
Une assise de palissades.. 17
17. Pas de cristaux dans l'épiderme supérieur; cuticule ponctuée. *C. guayaquilensis* (49)
Cristaux dans l'épiderme supérieur, cuticule striée..... *C. undulata* (44)
18. Poils en écusson.................................... *C. jamaicensis* (74)
Poils en pinceau.. 19
Poils autres ou nuls.. 25
19. Épiderme supérieur onduleux.............................. *C. lineata* (57)
Épiderme supérieur rectiligne... 20
20. Hypoderme.. *C. angustifolia* (66)

Pas d'hypoderme.. 21
21. Tête des poils seule en pinceau.. 22
Poil plumeux sur toute sa longueur.................. *C. ferruginea* (68)
22. Palissades très développées.................... *C. avicenniæfolia* (79)
Palissades peu ou point développées.. 23
23. Veinules très saillantes en dessous.. 24
Veinules non saillantes en dessous...................... *C. detonsa* (73)
24. { *C. crotonoïdes*........... (71) } Distinction difficile.
{ *C. incana*............... (64) }
25. Stomates sur les deux faces.. 26
Pas de stomates à la face supérieure.. 40
26. Cellules scléreuses allongées verticalement dans le mésophylle....... 27
Pas de cellules scléreuses allongées verticalement dans le mésophylle... 31
27. Cellules scléreuses partant de l'épiderme.. 28
Cellules scléreuses partant de la zone moyenne.. 30
28. Cellules scléreuses en forme de clou.................. *C. coriacea* (42)
Cellules scléreuses cylindriques.. 29
29. Cuticule supérieure réticulée........................... *C. sicula* (1)
Cuticule supérieure ornée de stries parallèles............. *C. Rothii* (75)
30. Cellules scléreuses cylindriques.................. *C. mucronifolia* (4)
Cellules scléreuses fusiformes ou ramifiées............... *C. aphylla* (43)
31. Mésophylle homogène; poils malpighiacés......... *C. Volkameriæ* (17)
Mésophylle centrique ou bifacial présentant des palissades........... 32
32. Poils unisériés.. 33
Poils unicellulés ou nuls.. 35
33. Cellules cristalligènes mêlées aux cellules en palissades
C. heteracantha (15)
Pas de cellules cristalligènes parmi les palissades.................. 34
34. Palissades de la première assise deux fois plus larges que les autres.
C. polymorpha (30)
Palissades toutes de même largeur.................. *C. tomentosa* (16)
35. Cuticule de l'épiderme supérieur réticulée.. 36
Cuticule lisse ou striée.. 37
36. Mésophylle bifacial.. *C. nummulosa* (6)
Mésophylle centrique.. *C. sicula* (1)
37. Mésophylle bifacial.. *C. sarmentosa* (7)
Mésophylle centrique.. 38
38. Parenchyme vert abondant; réservoirs vasiformes petits... *C. spinosa* (1)
Parenchyme vert faible à chaque face; réservoirs vasiformes très grands.
39
39. Parenchyme vert mêlé de cellules cristalligènes........ *C. rupestris* (2)
Pas de cellules cristalligènes dans le parenchyme vert..... *C. galeata* (3)
40. Hypoderme.. 41
Pas d'hypoderme.. 44
41. Mésophylle dépourvu de fibres ou de cellules scléreuses............ 42
Mésophylle pourvu de fibres ou de cellules scléreuses................ 43
42. Poils malpighiacés.. *C. quiniflora* (18)

Poils nuls.. *C. Roxburghii* (33)
43. Cellules scléreuses très allongées verticalement........ *C. arborea* (60)
C. lucida (59), *C. Thozetii* (61)
Cellules scléreuses approchant de la forme cubique........ *C. nobilis* (58)
44. Couche continue de cellules scléreuses sous l'épiderme inférieur
C. brevispina (13)
Pas de couche scléreuse sous l'épiderme inférieur.................. 45
45. Épiderme inférieur fortement onduleux, le supérieur ponctué. *C. frondosa* (45)
Épiderme inférieur rectiligne.................................... 46
46. Cuticule nettement réticulée......................... *C. Mariana* (5)
Cuticule non réticulée.. 47
47. Cuticule ornée de perles ou épiderme ponctué extérieurement........ 48
Cuticule lisse ou striée.. 50
48. Épiderme ponctué.. 49
Cuticule perlée.................................. *C. umbellata* (27)
49. Poils unicellulés rameux............................ *C. horrida* (23)
Poils unisériés................................ *C. micracantha* (19)
50. Poils unisériés nombreux.. (51)
Non.. (58)
51. Cuticule supérieure fortement striée............................ 52
Cuticule supérieure lisse... 54
52. Poils aigus.................................... *C. grandis* (37)
Poils obtus arrondis.. 53
53. Stries cuticulaires entortillées, poils striés......... *C. heterophylla* (83)
Stries parallèles, poils lisses....................... *C. lanceolaris* (31)
54. Une assise de palissades occupant près de la moitié de l'épaisseur totale.
C. retusella.
Palissades courtes... 55
55. Mésophylle bifacial.. 56
Mésophylle centrique... 57
56. Faisceaux accompagnés de fibres nombreuses.......... *C. citrifolia* (26)
Faisceaux accompagnés d'un petit nombre de fibres........ *C. salaccensis.*
57. Palissades très étroites nettement distinctes des tissus sous-jacents, occupant aux deux faces à peine la sixième partie de l'épaisseur totale.
C. incanescens (40)
Pas de palissades bien développées ; tissus seulement un peu plus denses aux deux faces qu'au milieu............................ *C. corymbosa.* (32)
58. Mésophylle contenant dans chaque cellule un gros cristal en oursin.
C. pubiflora (12)
Non.. 59
59. Mésophylle soutenu par des fibres ou par des cellules scléreuses....... 60
Ni fibres ni cellules scléreuses dans le mésophylle.................. 62
60. Fibres rameuses dans le mésophylle.............. *C. pedunculosa* (34)
Cellules scléreuses dans le mésophylle............................ 61
61. Cellules scléreuses cubiques parmi les palissades......... *C. callosa* (20)
Cellules scléreuses étalées horizontalement dans la zone moyenne.
C. floribunda (35)

62. Petits faisceaux entourés d'une gaine fibreuse........................ 63
Pas de gaine complète autour des petits faisceaux........................ 64
63. Cuticule supérieure lisse, l'inférieure striée........ *C. macrophylla* (46)
Cuticule supérieure striée, l'inférieure lisse........... *C. acuminata* (77)
64. Cuticule supérieure lisse.. 69
Cuticule supérieure striée.. 65
65. Épidermes d'aspect collenchymateux, à cellules ogivales; feuille subcharnue. *C. flexuosa* (55)
Non... 6
66. Épiderme supérieur onduleux...................................... 67
Épiderme supérieur rectiligne...................................... 68
67. Poils nuls ou rares............................ *C membranacea* (22)
Poils abondants unicellulés, rameux...................... *C. fœtida* (21)
68. Cuticule inférieure à stries entortillées.............. *C. petiolaris* (47)
Cuticule inférieure à stries parallèles................ *C. racemulosa* (43)
69. Épiderme supérieur onduleux...................................... 70
Épiderme supérieur rectiligne...................................... 72
70. Mésophylle subhomogène.. 71
Mésophylle : une assise de palissades n'occupant pas le quart de l'épaisseur totale.. *C. viminea* (24)
71. Poils unicellulés rameux, très abondants, cuticule inférieure lisse. *C. dealbata* (14)
Mêmes poils rares, cuticule inférieure striée................ *C. stylosa* (9)
72. Palissades occupant beaucoup plus de la moitié de l'épaisseur totale. *C. subbiloba* (56)
Palissades occupant moins de la moitié de l'épaisseur totale........... 73
73. Mésophylle homogène ou subhomogène............................. 74
Palissades bien nettes, au moins deux fois plus longues que larges...... 76
74. Poils unisériés, mésophylle subcentrique............ *C. corymbosa* (32)
Poils rameux sur le pétiole.. 75
75. Cristaux nuls dans le pétiole.......................... *C. Moonii* (29)
Cristaux abondants dans le pétiole................ *C. erythrocarpa* (10)
76. Poils unisériés sur le pétiole...................................... 77
Poils rameux ou nuls.. 78
77. Faisceaux accompagnés de forts massifs fibreux en dessous. *C. retusella* (39)
Faisceaux accompagnés d'un petit nombre de fibres.... *C. salaccensis* (28)
78. Deux assises de palissades...................... *C. avicenniæfolia* (78)
Une assise de palissades.. 79
79. Les fortes veinules surmontées de collenchyme........ *C. declinata* (54)
Non... 80
80. Cristaux dans le pétiole.......................... *C. diversifolia* (36)
Pas de cristaux dans le pétiole......................... *C. Pachaca* (67)

X. — APOPHYLLUM F. Muell.

Une seule espèce subaphylle spinescente. Écorce primaire de la tige chargée des fonctions assimilatrices des feuilles, ici très rares et caduques.

A. anomalum F. Muell.

Feuilles...

Écorce de la tige :

Épiderme recouvert d'une cuticule extrêmement épaisse; cellules toutes divisées tangentiellement.

Une assise de palissades de quatre à six fois plus longues que larges, quelques-unes d'entre elles sclérifiées jusqu'à presque disparition du lumen.

Une ou plusieurs assises de cellules vertes isodiamétriques lâchement unies.

Une ou plusieurs assises de cellules scléreuses arrondies, allongées tangentiellement et très épaissies.

Une ou deux assises de cellules parenchymateuses à parois minces, incolores, en partie cristalligènes.

Groupes de fibres libériennes.

Cristaux simples clino-rhombiques ou grossièrement agglomérés, abondants dans les assises internes de l'écorce primaire.

V. s. s. Australie. F. Muell.

XI. — ATAMISQUEA Miers.

Une espèce subaphylle.

A. emarginata Miers.

Feuille....

Écorce de la tige chargée en grande partie des fonctions assimilatrices des feuilles petites, rares et caduques.

Poils en écusson, à pied multisérié inséré au fond de cavités cratériformes, très nombreux et enchevêtrés.

Épiderme à cuticule médiocre; stomates cachés au fond de cavités formées par les bords des poils; épiderme gonflé entre

les cratères filiformes et stomatifères, du reste souvent confluents, et formant ainsi, par les parties saillantes, un réseau irrégulier. Cellules épidermiques divisées tangentiellement dans les parties saillantes. Orientation des stomates irrégulière, mais de préférence transversale.

Couche verte de deux à quatre assises de cellules à peine allongées perpendiculairement à la surface.

Une ou deux assises de cellules scléreuses arrondies ordinairement allongées tangentiellement, et reposant elles-mêmes sur de faibles massifs de fibres libériennes.

V. s. s. Weddell. Bolivie.

XII. — ROYDSIA Roxb.

1. — *R. suaveolens* Roxb.

Poils unicellulés cylindriques aigus, lisses, épaissis jusqu'à disparition du lumen, en petit nombre sur le pétiole.

Épidermes rectilignes, à petites cellules, à cuticule lisse, le supérieur sans stomates.

Mésophylle bifacial : une assise de cellules serrées cubiques représentant les palissades occupant moins du quart de l'épaisseur totale ; faisceaux immergés entourés d'une forte gaine fibreuse, les plus forts rattachés aux deux épidermes par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau annulaire subdisjoint entouré d'une forte gaine presque continue de fibres, entourant un faisceau central subdisjoint, à liber interne, à bois externe accolé au bois primaire du faisceau externe; au centre, une traînée de prosenchyme corné représente la moelle comprimée, parenchyme vert non interrompu, surmonté d'un hypoderme local.

Pétiole : faisceau annulaire dépourvu de fibres entourant un faisceau annulaire inclus, à liber interne, à bois externe accolé au bois primaire du faisceau externe, et présentant un développement dorsi-ventral très marqué ; parenchyme parsemé de nombreux groupes de cellules scléreuses isodiamétriques.

Cristaux nuls.

V. s. c. Hort. bot. Assam. Anderson.

2. — *R. parviflora* Griff.

Identique avec l'espèce précédente, sauf les épidermes moins épaissis, et l'inférieur faiblement onduleux.

V. s. s. Griffith. Birma et Malay Peninsula.

XIII. — CRATÆVA Linn.

Genre très naturel et dont les espèces, pour la plupart répandues sur de vastes régions de la zone torride, ne se distinguent que difficilement les unes des autres.

Au nombre de douze dans le *Prodromus*, ces espèces, malgré de nouvelles recrues, se sont réduites à six entre les mains de MM. Bentham et Hooker. On va voir que l'anatomie ne sanctionne pas complètement ces réductions.

Arbres ou arbustes glabres. Feuilles trifoliolées.

1. — *C. religiosa* Forst.

Épidermes retilignes, le supérieur orné de faibles stries parallèles, sans stomates, l'inférieur à cellules toutes papilleuses, ornées au milieu de stries réticulées, onduleuses, plus rares et plus faibles aux bords des cellules.

Mésophylle bifacial : palissades environ quatre fois plus longues que larges ; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué rubané, dépourvu d'éléments mécaniques ; parenchyme vert interrompu ?

Pétiolule : faisceau arqué subannulaire disjoint, pourvu d'arcs fibreux en dehors.

Pétiole...

Cristaux nuls.

V. s. s. Indes or. Perrotet 337.

2. — *C. Nurvala*. Hamilt.

Épidermes rectilignes à parois verticales minces, le supérieur à peu près lisse, sans stomates, l'inférieur à cellules presque toutes papilleuses, ornées de stries tortueuses au mi-

lieu, une seule strie faisant le passage d'une papille à ses voisines et coupant perpendiculairement les parois cellulaires.

Mésophylle bifacial : plusieurs assises de palissades à la face supérieure; faisceaux immergés, accompagnés en dessus et en dessous de massifs fibreux plus ou moins puissants, les plus forts reliés aux deux épidermes par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, soutenu en dessus et en dessous par des fibres mécaniques et accompagné de quelques cellules scléreuses isodiamétriques sans accroissement propre.

Pétiolule : faisceau arqué subdisjoint soutenu en dessus et en dessous par des fibres mécaniques.

Pétiole : ...

Cristaux agglomérés en oursins ou simples (au-dessus du faisceau du pétiolule), abondants dans la nervure médiane et dans le pétiolule.

V. s. s. Ind. or. Wight et Arn.

Espèce considérée par MM. Hooker fils et Thomson (*Flora of brit. Ind.*) comme une variété de la précédente. Elle s'en distingue nettement par le développement de l'élément mécanique, par les cristaux abondants et par la nature du dessin cuticulaire.

3. — *C. Roxburghii* R. Br.

Épidermes rectilignes, à parois verticales minces, le supérieur faiblement strié, sans stomates, l'inférieur à cellules à peine bombées, non papilleuses, à cellules uniformément ornées de stries entortillées.

Mésophylle bifacial : palissades sur un ou deux rangs ; faisceaux immergés, les petits sans éléments mécaniques, les forts avec quelques fibres en dessus et en dessous, les très forts reliés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau rubané sans fibres.

Pétiolule : faisceau arqué subdisjoint avec fibres en dessous, et en petit nombre en dessus.

Pétiole : ...

Cristaux agglomérés, en petit nombre le long des faisceaux dans le mésophylle, nuls dans le pétiole et dans la nervure médiane.

V. s. s. Ind. or. Herb. Peraden.

Ceylan. Thwaites, nº 1067.

Espèce considérée, ainsi que la précédente, comme une simple variété du *C. religiosa*, par MM. Hooker fils et Thomson. Elle s'en distingue par l'absence des papilles à la face inférieure du limbe.

Clef pour la détermination des trois espèces de l'Inde orientale :

1. Épiderme inférieur papilleux 2.

Ép. inf. sans papilles. *C. Roxburghii.*

2. Éléments mécaniques des petits faisceaux bien développés. Cristaux abondants. *C. Nurvala.*

Éléments mécaniques nuls. Cristaux nuls. *C. religiosa.*

M. Oliver (*Flora of trop.* Afr. I) cite comme synonymes du *C. religiosa* qu'il croit identique avec le *C. Roxburghii*, les noms suivants :

C. Adansonii DC.

C. lœta DC.

C. guineensis Schum. et Thom.

Je n'ai pas eu l'occasion de vérifier le bien fondé de cette opinion.

4. — *C. magna* DC.

Épidermes rectilignes, à parois verticales minces, le supérieur orné de fines stries parallèles, sans stomates, l'inférieur presque lisse.

Mésophylle bifacial, héliophobe : cellules isodiamétriques, les supérieures plus serrées, cubiques, les inférieures rameuses; faisceaux immergés sans fibres (?).

Nervure médiane : faisceau arqué, accompagné en dessous de fibres mécaniques; parenchyme vert non interrompu, surmonté de collenchyme hypodermique.

Pétiolule : faisceau annulaire disjoint décrivant une figure cordée, accompagné de fibres en dehors. Collenchyme sous-épidermique bien développé.

Pétiole : faisceau arqué disjoint, accompagné de fibres mécaniques en dessus et en dessous.

Cristaux en petites agglomérations, abondants dans tous les parenchymes.

V. s. s. Iles Célèbes. Riedel (mésophylle mal conservé).

C. religiosa Bl. Bijdr., non Forst. Miq. Fl. Ind. Bat I, 2e part., p. 102.

5. — *C. obovata* Vahl.

Épidermes rectilignes, à parois verticales minces, le supérieur orné de stries parallèles un peu tortueuses, sans stomates, l'inférieur non papilleux, à stries uniformément entortillées.

Mésophylle bifacial : un rang de palissades à la face supérieure; faisceaux immergés, dépourvus de fibres mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué subdisjoint, accompagné de fibres en dessous; parenchyme vert subinterrompu ; collenchyme peu développé.

Pétiolule : faisceau arqué presque annulaire, disjoint, accompagné de fibres mécaniques en dessus et en dessous.

Pétiole : ...

Cristaux nuls.

V. s. s. Madagascar, Rich. 577.

Diffère à peine anatomiquement du *C. Roxburghii*.

J'ai quelque doute sur la détermination de cet échantillon.

6. — *C. Tapia* Linn.

Épidermes rectilignes, à parois verticales minces, le supérieur orné de faibles stries parallèles, sans stomates, l'inférieur à cellules planes striées parallèlement.

Mésophylle bifacial; faisceaux immergés dépourvus d'éléments mécaniques, les plus forts reliés à l'épiderme supérieur par du parenchyme incolore.

Nervure médiane : faisceau faiblement arqué, sans éléments mécaniques.

Pétiolule : faisceau arqué subdisjoint accompagné de fibres en dessus et en dessous.

Pétiole : ...

Cristaux nuls.

V. s. s. Nouvelle Grenade, Triana.

7. — *C. tapioïdes* DC. var. *leptosepala*.

Épidermes rectilignes à parois verticales minces, le supérieur strié parallèlement, sans stomates, l'inférieur orné de fortes stries tortueuses.

Mésophylle bifacial; faisceaux immergés dépourvus de fibres mécaniques.

Nervure médiane : faisceau arqué sans fibres; parenchyme vert interrompu (?); collenchyme aux deux faces.

Pétiolule : faisceau arqué subdisjoint, accompagné de fibres en dessus et en dessous.

Pétiole : ...

Cristaux (?) en petites agglomérations sphériques dans le parenchyme des fortes nervures et du pétiole.

V. s. s. Province de Rio Negro, Spruce.

C. Benthamii Eichl.

Cette espèce ne diffère guère anatomiquement du *C. Tapia*.

8. — *C. gynandra* Linn.

Épidermes rectilignes, à parois verticales minces, lisses, le supérieur sans stomates.

Mésophylle subbifacial charnu, subhomogène; faisceaux profondément immergés, accompagnés de fibres mécaniques en dessus et en dessous.

Nervure médiane : faisceau rubané, dépourvu de fibres; collenchyme hypodermique bien développé aux deux faces.

Pétiolule : faisceau arqué subdisjoint, accompagné de fibres en dessus et en dessous.

Pétiole : ...

Cristaux nuls.

V. s. s. Colombie. Funk, n° 604.

Espèce très distincte par son mésophylle charnu, mesurant

près du triple de l'épaisseur de celui des autres espèces, et par ses épidermes absolument lisses.

Clef pour la détermination anatomique des huit espèces du genre *Cratæva*.

1. Mésophylle charnu presque homogène, comptant une dizaine d'assises de cellules; épidermes lisses............................ *C. gynandra* L.
Mésophylle nettement bifacial; l'un des épiderme au moins fortement strié. 2
2. Cellules de l'épiderme inférieur prolongées en courtes papilles ornées de stries.. 3
Cellules de l'épiderme inférieur planes ou faiblement bombées, jamais prolongées en papilles.. 4
3. Faisceaux des nervures accompagnés en dessus et en dessous de forts massifs fibreux; stries de l'épiderme inférieur localisées sur les papilles, une seule strie rectiligne rattachant chaque papille à ses voisines.. *C. Nurvala* Ham.
Faisceaux des nervures dépourvus de fibres mécaniques bien développées. Stries nombreuses, sinueuses, reliant les papilles les unes aux autres. *C. religiosa* Forst
4. Faisceau du pétiolule divisé en un très grand nombre de fascicules disposés suivant une figure fermée; stries de l'épiderme inférieur en petit nombre, très espacées.................................... *C. magna* DC.
5. Faisceau du pétiolule divisé en un petit nombre de fascicules disposés suivant une figure ouverte (croissant). Stries de l'épiderme inférieur très serrées, tortueuses ou entortillées.
C. Roxburghii R. Br.
C. Tapia L.
C. tapioides DC.
C. obovata Vahl. (?).

Aucun caractère anatomique certain ne permet de distinguer entre elles ces quatre espèces appartenant cependant à des régions géographiques très différentes.

XIV. — RITCHIEA Brown.

R. fragrans, R. Br.

Poils nuls.

Épidermes onduleux, le supérieur à cuticule striée, sans stomates, l'inférieur lisse.

Mésophylle subhomogène : une seule assise de cellules cubiques représente les palissades.

Nervure médiane : faisceau arqué accompagné en dessous de massifs fibreux, surmonté d'un petit inverse; parenchyme vert non interrompu.

Pétiolule : faisceau annulaire collenchymatoïde en dehors.

Cristaux simples prismatiques à faces courbes, dans les parenchymes du pétiole.

V. v. c.

XV. — TOVARIA Ruiz et Pav.

Une seule espèce herbacée annuelle, à feuilles trifoliolées.

T. pendula Ruiz et Pav.

Poils réduits à de petites papilles unicellulées coniques obtuses, lisses ou striées, abondants sur les nervures.

Épidermes à parois minces, à cuticule ornée de fines stries parallèles, le supérieur rectiligne sans stomates, l'inférieur subonduleux.

Mésophylle bifacial : palissades représentées par une assise de cellules cubiques; petits faisceaux.....; les faisceaux les plus forts dépourvus de fibres mécaniques, reliés aux deux épidermes par du parenchyme incolore abondant qui fait saillie sur les deux faces.

Nervure médiane : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques, surmonté d'un parenchyme incolore saillant à la face supérieure.

Pétiolule : faisceau arqué dépourvu de fibres mécaniques; collenchyme sous-épidermique peu développé.

Pétiole : faisceau arqué subannulaire dépourvu de fibres; collenchyme sous-épidermique.

Cristaux nuls.

V. s. s. Herb. Peraden.

EXPLICATION DES FIGURES

Planche I.

Fig. 1. *a*. Coupe de la feuille du *Capparis erioclada* Boiss. et Noé.; à droite, deux réservoirs vasiformes. (Gross. 150.) *b*. Poil du même.

Fig. 2. Coupe de la feuille du *C. rupestris* Sibth. et Smith. Réservoirs vasiformes à gauche. (Gross. 120.)

Fig. 3. Coupe de la feuille du *C. galeata* Fres. Groupe de réservoirs vasiformes au milieu. (Gross. 120.)

Fig. 4. Coupe de la feuille du *C. pubiflora* DC.; chaque cellule du mésophylle renferme un cristal. (Gross. 120.)

Fig. 5. Coupe de la feuille du *C. Roxburghii;* feuille bifaciale avec un hypoderme de une ou deux assises. (Gross. 120.)

Fig. 6. *a.* Coupe de la feuille du *C. incanescens* DC. (Gross. 120.) *b.* Poils du même. (Gr. 150.)

Fig. 7. *a.* Coupe de la feuille du *C. horrida* L. *b.* Poil du même. (Gross. 120.)

Fig. 8. *a.* Coupe de la feuille du *C. Zeylanica* L. (*C. brevispina* DC.) *b.* Poil du même. *c.* Coupe tangentielle de la couche scléreuse située au-dessous de l'épiderme inférieur. (Gross. 150.)

Fig. 9. Coupe de la feuille du *C. Sepiaria* L. (Gross. 150.)

Planche II.

Fig. 10. *a.* Coupe de la feuille du *C. Breynia* L., représentant une crypte double dont l'orifice est recouvert par un poil en écusson placé au milieu; à gauche, un poil en pinceau. Épiderme cristalligène. (Gross. 150.) *b.* Coupe d'une crypte montrant la position des stomates. (Gross. 300.) *c.* Crypte vue de face, l'écusson protecteur étant enlevé; en haut, on aperçoit le pied coupé transversalement du poil en écusson, en bas le poil en pinceau remplissant la cavité. (Gross. 300.)

Fig. 11. Coupe de la feuille du *C. scabrida* H. B. K. Hypoderme très développé. (Gross. envir. 80.)

Fig. 12. Coupe de la feuille du *C. ferruginea* L. (Gross. 150.)

Fig. 13. *a.* Épiderme du *C. odoratissima* Jacq.; à droite, en bas, un des cristaux en étoile hexagonale caractéristiques pour les *C.* américains. (Gross. 300.)
b. Moitié d'un poil en écusson du même. (Gross. 120.) *c.* Coupe de la feuille du même, montrant trois cellules scléreuses convergeant vers la base d'un poil; le poil lui-même n'a pas été figuré. (Gross. 150.)

Fig. 14. Coupe de la feuille du *C. lucida* Br.; hypoderme de deux assises et cellules scléreuses. (Gross. 120.)

Fig. 15. Épiderme inférieur du *C. frondosa* Jacq. (Gross. 200.)

Fig. 16. *a.* Poils pris sur le pétiole du *C. verrucosa* Jacq. (Gr. 150.) *b.* Coupe de la feuille du même. (Gross. 80.)

RECHERCHES

SUR LE SAC EMBRYONNAIRE

DES PHANÉROGAMES ANGIOSPERMES

Par M. L. GUIGNARD

Docteur ès sciences (1)

Les recherches dont le sac embryonnaire des Phanérogames avait été l'objet, à l'époque des longues discussions des pollinistes et des vésiculistes, semblaient avoir établi sur des bases solides l'histoire de cet organe. Jusqu'à ces dernières années, rien n'était venu contredire les idées admises comme classiques depuis les travaux de Hofmeister.

Cependant, en 1877, M. Strasburger démontrait que la nature des phénomènes qui se passent dans le sac embryonnaire avant la fécondation avait entièrement échappé aux observateurs précédents et que leur étude exigeait une revision complète. La question entrait dans une phase nouvelle.

Presque en même temps, M. Warming publiait sur l'ovule un important mémoire, dans lequel était émise une hypothèse séduisante sur la nature morphologique du sac embryonnaire. Cette hypothèse, en désaccord avec les faits annoncés par le savant professeur d'Iéna, permettait de relier d'une façon très heureuse les Phanérogames aux Cryptogames, tandis que par la découverte de M. Strasburger, les Métaspermes semblaient tout à coup considérablement éloignés des Archispermes.

Les premières recherches qui suivirent parurent d'abord fournir des arguments sérieux à l'appui des idées de M. Warming; mais bientôt on annonçait des résultats contradictoires. De nouvelles recherches devenaient nécessaires.

Les plus récentes, tout en confirmant les assertions de M. Strasburger, nous apprennent que le sujet est loin d'être

(1) Ce travail, exécuté au laboratoire du Muséum, a paru d'abord dans la *Revue des sciences naturelles* de Montpellier (3e série, I, 1882), d'où nous l'extrayons (*Réd.*).

épuisé et que les phénomènes dont il s'agit ne sont pas aussi simples qu'on aurait pu le croire.

J'ai fait connaître dernièrement, dans mes recherches sur l'embryogénie des Légumineuses (1), avant l'étude de l'embryon qui était le principal objet de ce travail, les différentes phases de l'évolution du sac embryonnaire dans ce vaste groupe de plantes. Je n'ai pas à y revenir ici; je passerai en revue les familles qui ont fait le sujet de mes investigations parmi les Angiospermes.

Au début de ces recherches, j'ai cru devoir répéter bon nombre des observations déjà connues, avant de les étendre à d'autres plantes appartenant soit aux Monocotylédones, soit aux Dicotylédones. Je n'ai pas la prétention de clore la discussion; j'espère seulement que les résultats auxquels je suis arrivé, joints à ceux de mes devanciers, permettront de nous faire une opinion plus exacte sur le développement du sac embryonnaire.

Mais il est nécessaire d'exposer d'abord à grands traits l'état de cette question, d'autant plus intéressante aujourd'hui, que les efforts des botanistes tendent à découvrir la filiation des représentants vivants ou disparus du règne végétal, et à combler la lacune qui sépare les Phanérogames des Cryptogames.

HISTORIQUE.

D'après Hofmeister (2), chez les Orchidées, où l'ovule consiste en une seule série cellulaire revêtue d'une assise épidermique simple, le sac embryonnaire proviendrait de l'agrandissement de la cellule supérieure de cette série. Dans les ovules à structure plus complexe, le sac embryonnaire serait dû également à l'une des cellules de la série axile du nucelle. Tandis que toutes les autres cellules se multiplient, la cellule

(1) *Recherches d'embryogénie végétale* (*Ann. des sc. nat. Bot.*, 6e série, t. XII, 1881).

(2) Hofmeister, *Neue Beiträge zur Kenntniss der Embryobild. der Phanerog.* (*Abhandl.. d. Konigl. Gesellsch. d. Wissensch.*, t. V, p 671).

du sac se contente d'augmenter son volume; son noyau ne se divise pas, il se dissout, et, par suite d'une formation de noyaux cellulaires libres aux deux extrémités du sac embryonnaire, naissent les *vésicules embryonnaires* et les *antipodes*. Les premières sont au nombre de deux ou de trois, rarement plus; les secondes, quand elles existent, sont généralement au nombre de trois, sauf toutefois chez les Dicotylédones gamopétales, où il n'y en a d'ordinaire qu'une seule entourée d'une membrane cellulosique. En général, l'une des vésicules embryonnaires occupe le sommet du sac, la deuxième et la troisième sont situées un peu plus bas. Ce sont des cellules nues; mais, dans le *Crocus*, Hofmeister dit avoir vu une des vésicules qui n'avait pas été fécondée posséder une paroi de nature cellulosique.

Dans son traité classique, M. Sachs dit que le *Rheum undulatum* ne présente qu'une seule vésicule embryonnaire (1).

En commençant des recherches sur la fécondation, M. Strasburger reconnut l'inexactitude des faits qui précèdent (2). Pour reviser l'histoire du sac embryonnaire, il choisit l'*Orchis pallens*, dont les ovules petits et transparents peuvent être facilement examinés. « J'ai acquis la preuve, dit-il, que la grande cellule supérieure de la rangée axile du nucelle, qui touche à l'épiderme, ne devient pas directement sac embryonnaire. On la voit se partager vers le haut par une cloison horizontale, puis la petite cellule supérieure se divise encore une fois. » Depuis, M. Strasburger a reconnu que c'est en réalité l'inférieure qui se partage une seconde fois vers le haut (3). Bientôt après, la cellule inférieure, plus volumineuse, s'agrandit, comprime celles qui la surmontent et se développe en sac embryonnaire. Son noyau, ou noyau primaire du sac embryonnaire, se partage en deux parties; chacune d'elles se rend à une des extrémités de la cavité; une vacuole les sépare. Les

(1) Sachs, *Traité de botanique*, trad. franç., p. 659.

(2) Strasburger, *Ueber Befruchtung und Zelltheilung* (*Jenaische Zeitschrift für Med. u. Naturwissensch.*, p, 461, 1877).

(3) *Angiospermen und Gymnospermen*, p. 24.

deux nouveaux noyaux se divisent simultanément, dans des plans plus ou moins perpendiculaires l'un à l'autre; les quatre noyaux formés se partagent encore, ce qui donne par conséquent huit noyaux disposés en deux groupes, occupant chacun l'une des extrémités du sac embryonnaire. Pendant cette dernière division, des cloisons délicates prennent naissance entre les noyaux et forment trois cellules dans la partie supérieure, et trois dans la partie inférieure; le quatrième noyau d'en haut et le quatrième d'en bas restent libres et se fusionnent pour donner un noyau unique, qui est le noyau secondaire du sac embryonnaire.

Le sommet du sac est occupé par les deux cellules qui doivent leur origine au partage qui s'est fait parallèlement à l'axe longitudinal du sac embryonnaire; un peu plus bas est la cellule dont le noyau a été isolé par un partage perpendiculaire au même axe. Les deux premières sont les *synergides*, la troisième est l'œuf (oosphère). Au fond du sac sont les trois cellules antipodes nées de la même façon que les précédentes, mais se disposant bientôt presque au même niveau.

Il n'y a donc pas de formation libre de cellules dans le sac embryonnaire. On reconnaît également que le noyau unique placé entre l'appareil sexuel et les antipodes n'est pas, comme on l'avait cru jusque-là, le noyau primaire du sac embryonnaire, mais le produit d'une fusion des plus remarquables et dont la signification n'était tout d'abord pas facile à saisir.

M. Strasburger s'assura de même, par l'examen d'un assez grand nombre d'ovules prêts à être fécondés, qu'il y a réellement trois vésicules embryonnaires au sommet, et trois antipodes à la base. Les deux vésicules synergiques sont généralement pyriformes; leur noyau est plus rapproché du sommet et surmonte une vacuole qui en occupe la base. La vésicule ovulaire, insérée un peu au-dessous, présente au contraire son noyau à la base; c'est sur elle seule que s'exerce l'action fécondatrice.

Cette remarquable découverte venait d'être annoncée, quand

M. Warming publia son mémoire sur l'ovule (1). Le savant danois s'efforce de démontrer la nature foliaire de cet organe, et de prouver que le nucelle est une création nouvelle sur le mamelon ovulaire. Il définit le nucelle « la partie de l'ovule située au-dessus des téguments et renfermant le sac embryonnaire ». La cellule qui doit donner naissance au sac embryonnaire appartient, par son origine, à l'assise sous-épidermique du nucelle.

L'une des cellules de cette assise à peu près axile, se distingue de ses voisines par son volume et par l'aspect particulier de son plasma : c'est la « cellule privilégiée ». Elle se comporte de deux façons différentes : 1° chez les Gamopétales ou monochlamydées elle devient directement « cellule mère primordiale du sac embryonnaire » ; 2° chez les Dialypétales ou dichlamydées, elle se divise en deux cellules superposées : la supérieure de ces deux cellules reste indivise, ou bien produit un tissu plus ou moins compliqué constituant « la calotte » ; l'inférieure est la cellule mère primordiale.

Il se forme dans cette cellule mère primordiale des cloisons transversales d'une nature particulière, souvent courbées et ondulées, épaisses et collenchymateuses, qui la divisent en 2, 3, 4, 5 cellules filles superposées que M. Warming compare aux cellules mères du pollen.

Après avoir montré l'homologie du sac pollinique avec le microsporange, il essaie d'établir celle du sac pollinique avec le nucelle. Ces deux derniers offrent le même mode de développement; les divisions cellulaires s'y succèdent régulièrement et de la même manière; elles sont particulières au sac pollinique et au nucelle. Il est vrai qu'il y a cette différence, que, dans le nucelle, une seule cellule devient reproductrice, tandis que, dans le sac pollinique, il y en a un grand nombre. « L'anthère des Angiospermes est au nucelle, comme le microsporange est au macrosporange... Dans l'anthère comme dans le microsporange, les cellules mères des grains de pollen

(1) E. Warming, *De l'ovule* (*Ann. des sc. nat., Bot.*, 6e série, t. V, 1878).

ou de spores se développent toutes; dans le nucelle comme dans le macrosporange, une seule se différencie des autres (1).» La cellule mère primordiale du nucelle se divise en cellules mères spéciales, dans lesquelles devront naître des tétrades de spores. « Il est fort possible, dit-il, qu'on découvre des indications d'une division en tétrades; il y a lieu de rechercher si l'on ne peut pas considérer les vésicules embryonnaires et les antipodes comme des spores (2). »

Pour M. Warming, le sac embryonnaire provient de l'une des cellules mères spéciales nées dans la cellule mère primordiale : « les parois transversales se résorbent, et une seule cellule plus grande reprend la place du petit groupe et s'étend de plus en plus, en repoussant plus ou moins vite les autres cellules du nucelle (3). »

Après avoir pris connaissance du mémoire de M. Strasburger, l'auteur maintient son opinion et considère les huit noyaux formés dans le sac embryonnaire comme représentant deux tétrades de spores. On pouvait cependant lui faire cette première objection, que si l'on considère le sac embryonnaire comme l'homologue d'une cellule mère de pollen ou de spores, cette cellule donnerait ici naissance non pas à quatre, mais à huit spores.

L'année suivante, en 1878, M. Vesque croit pouvoir confirmer l'hypothèse du savant danois (4). Il admet avec lui que la cellule mère primordiale du sac embryonnaire se divise en plusieurs cellules mères spéciales superposées qu'il désigne, pour plus de commodité, par des numéros d'ordre. Le sac embryonnaire provient de la fusion des cellules 1 et 2, dont la cloison séparatrice se résorbe. Il ne pense pas que le schéma de M. Strasburger soit général. Deux cas sont possibles : 1° celui d'un sac embryonnaire à deux tétrades (Dialy-

(1) *Loc. cit.*, p. 200.
(2) *Loc. cit.*, p. 222.
(3) *Loc. cit.*, p. 222.
(4) J. Vesque, *Développement du sac embryonnaire des Phanérogames angiospermes* (*Ann. des sc. nat.*, *Bot.*, 6e série, t. VI, 1878).

pétales et Monocotylées) ; 2° celui d'un sac embryonnaire à une seule tétrade (Gamopétales).

Dans le premier cas, les choses se passent comme le dit M. Strasburger : les deux cellules supérieures confondues renferment huit noyaux dont trois donnent l'appareil sexuel, trois l'appareil antipode ; les deux autres fonctionnent comme noyaux végétatifs des deux cellules et se confondent à la suite de la fusion des cellules elles-mêmes.

Dans le second cas, le noyau de la cellule 2 reste indivis ; il se fusionne avec le quatrième noyau venu d'en haut ; il n'y a par conséquent pas d'antipodes, leur existence serait même un caractère d'infériorité dans la série des Angiospermes. Les autres cellules (3ᵉ, 4ᵉ, 5ᵉ), par suite du développement excessif des deux cellules confondues, se trouvent ordinairement logées dans un cæcum chalazien cylindrique. Lorsque la partie inférieure du sac embryonnaire reste étroite, cemme dans la plupart des Gamopétales, le développement de ces cellules s'arrête là jusqu'à la fécondation : ce sont des *anticlines*, selon l'expression de M. Strasburger. Lorsque, au contraire, le sac embryonnaire s'élargit dans toutes ses parties, ces cellules mères spéciales peuvent toutes, ou la supérieure seulement, produire des tétrades.

Il est à remarquer que les dessins de cet auteur diffèrent considérablement de ceux de M. Strasburger, et que nulle part il n'est question d'un refoulement des cellules superposées à la cellule qui s'agrandit en sac embryonnaire. Cependant, si l'on considère que les observations de M. Strasburger n'avaient eu pour objet que quelques plantes, qui, par leur nature même, pouvaient donner lieu à des exceptions ; et si, d'autre part, on songe que M. Vesque avait étendu les siennes à un assez grand nombre d'Angiospermes, on s'expliquera facilement qu'on ait été porté à regarder comme fondées les assertions de ce dernier auteur.

Bientôt après paraissait un nouvel ouvrage de M. Strasburger (1). Le savant botaniste nie l'exactitude des résultats

(1) *Angiospermen und Gymnospermen*, Iéna, 1879.

de M. Vesque et confirme les siens par des observations plus étendues.

Dans le courant de la même année, M. Vesque publie de nouvelles recherches, beaucoup plus étendues que les premières (1). Loin d'abandonner sa manière de voir, il maintient ses premières conclusions, et considère comme solidement fondée l'hypothèse de M. Warming sur l'homologie des cellules mères spéciales, nées dans la cellule mère primordiale du sac embryonnaire, avec les cellules mères du pollen des Phanérogames et celles des spores des Cryptogames : « J'ai confirmé cette opinion : le problème morphologique est résolu : les vésicules embryonnaires et antipodes sont les homologues des spores et des grains de pollen : les autres cellules, dont le noyau ne s'est pas divisé, et auxquelles j'ai donné le nom d'anticlines, sont les homologues de cellules mères spéciales arrêtées dans leur développement (2). » Les anticlines peuvent être de trois sortes : 1° *stériles*, celles qui, une fois formées, cessent de se développer et sont bientôt comprimées par le sac embryonnaire proprement dit ; 2° *actives*, celles qui se divisent à plusieurs reprises après la fécondation, et forment un endosperme, qui n'est, morphologiquement parlant, qu'un prothalle stérile ; 3° *cotyloïdes*, celles qui, ne se divisant pas, envoient un ou plusieurs cæcums dans le tissu nucellaire, dans le tégument, ou même dans le placenta.

Ainsi, tandis que, pour l'un, le sac embryonnaire est dû à l'agrandissement d'une seule cellule inférieure, il provient, pour l'autre, de la fusion des deux cellules supérieures ; là où le premier trouve des antipodes véritables, le second ne voit que des anticlines et pas d'antipodes.

En présence d'opinions si opposées, M. Fischer étudie (3), en 1880, l'évolution du sac embryonnaire dans un certain nombre de Monocotylédones et dans quelques Dicotylédones

(1) *Nouvelles recherches sur le développement...* (*Ann. des sc. nat, Bot.*, 6e série, t. VIII, 1879).

(2) *Loc. cit*, p. 263.

(3) G. Fischer, *Zur Kenntniss der Embryosackentwicklung einiger Angio-*

dialypétales. Il constate que chez les premières, la cellule mère du sac embryonnaire naît ordinairement de la couche sous-épidermique du nucelle, parfois aussi d'une couche plus profonde. Chez les secondes, le mode de formation des cloisons intra-nucellaires est remarquablement constant; la cellule mère tire aussi son origine de la couche sous-épidermique, qui a ici un rôle très accentué. Au total, il confirme les assertions de M. Strasburger.

De son côté, M. Marshall Ward examinait le *Gymnadenia conopsea* (1) et quelques Angiospermes (2). Il décrit avec détails les phases successives du développement du sac embryonnaire dans le *Butomus umbellatus;* ses conclusions ne concordent pas avec celles de M. Vesque. Il croit, toutefois, que les phénomènes qui se passent dans le cours du développement ne peuvent encore recevoir une explication satisfaisante.

Vers la fin de la même année, parut une notice de MM. Treub et Mellink sur ce sujet controversé (3). Ces auteurs admettent que le schéma de M. Strasburger n'est pas général. Le sac embryonnaire résulte, il est vrai, dans la majorité des cas connus jusqu'ici, de l'agrandissement de la cellule inférieure d'une rangée de cellules plus ou moins nombreuses. Mais parfois, quand il n'y a que deux cellules formées dans la cellule mère primitive, c'est tantôt la supérieure, tantôt l'inférieure qui s'agrandit (*Narcissus Tazetta*); parfois aussi c'est constamment la supérieure (*Agraphis patula*); enfin, il est des cas où une cellule sous-épidermique ne se divise pas et devient directement sac embryonnaire (*Lilium, Tulipa*).

spermen (*Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*. Bd. VII, Heft. I, 1880).

(1) Marshall-Ward, *On the Embryo-sac and Development of Gymnadenia conopsea* (*Quarterly Journal of microscopical Science*, n° LXXVII, 1880).

(2) *A Contribution to our Knowledge of the Embryo-sac in Angiosperms* (*Journal of the Linnean Society*, vol. XVII, p. 519).

(3) Treub et Mellink (J.-F.-A.), *Notice sur le développement du sac embryonnaire dans quelques Angiospermes* (*Archives néerlandaises*, t. XV, octobre 1880).

Plus récemment, alors que les observations qui vont suivre étaient achevées, M. Treub (1) a fait connaître le développement du sac embryonnaire du *Loranthus sphærocarpus*, dont l'étude, faite par lui à Java, est d'autant plus intéressante que les recherches sur les Loranthacées sont encore, à cet égard, fort incomplètes.

Dans cette plante, quatre ou cinq cellules sous-épidermiques du mamelon ovulaire deviennent plus volumineuses que leurs voisines et représentent des cellules mères primitives de sacs embryonnaires. Chacune d'elles se divise en trois cellules superposées. La cellule supérieure d'une des rangées qui résultent de ces divisions, commence à s'agrandir beaucoup plus que les éléments environnants ; elle constitue un sac embryonnaire surmontant deux anticlines véritables qui restent longtemps visibles. M. Treub n'a trouvé, dans le sac embryonnaire excessivement allongé de cette plante, que deux noyaux au sommet ; l'un deux appartenait à l'oosphère, l'autre était libre et privé de membrane cellulaire ; les antipodes lui ont paru faire entièrement défaut.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Ce résumé historique nous enseigne que dans cette question d'une étude très délicate, bien des choses restent encore à découvrir. Il est incontestable que les méthodes d'observation ont eu une grande influence sur l'exactitude des résultats. J'ai eu l'occasion d'indiquer, dans un récent travail (2), les procédés techniques les plus efficaces dans les recherches de ce genre.

Quant aux expressions employées par les auteurs pour désigner le même organe, elles diffèrent suivant le point de vue théorique auquel ils se sont placés. M. Strasburger a appelé simplement *cellule mère* la cellule que M. Warming a nommée

(1) Treub, *Observations sur les Loranthacées*, Leyde, 1881 (*Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg*, vol. II, p. 54-76).

(2) *Recherches d'embryogénie*, etc., *loc. cit.*, p. 21 et suiv.

cellule mère primordiale; il est préférable aujourd'hui de revenir à la première expression. En se divisant une première fois cette cellule donne deux *cellules filles primaires*, qui peuvent elles-mêmes fournir des *cellules filles secondaires* (les unes et les autres sont les *cellules mères spéciales* de M. Warming). La cellule qui s'agrandit en sac embryonnaire sera la *cellule du sac* (elle est, en réalité, la véritable cellule mère). J'appellerai *noyaux polaires* les deux noyaux qui se détachent des deux groupes cellulaires opposés et situés aux deux extrémités du sac pour se fusionner en un noyau secondaire du sac embryonnaire.

MONOCOTYLÉDONES.

Graminées. — L'étude des Graminées est intéressante par les variations qu'elle présente dans le cours du développement. Plusieurs espèces ont été examinées par M. Fischer (1), qui a constaté que la cellule mère se comporte de façons différentes dans la genèse du sac embryonnaire. Celles que j'ai observées m'ont conduit à des résultats analogues; il suffira de prendre comme exemple le *Cornucopiæ nocturnum*, représenté dans la planche 3, fig. 1-6.

La cellule axile sous-épidermique du nucelle (cellule privilégiée de M. Warming) se divise en deux cellules inégales, dont la seconde, ou subapicale, est la cellule mère (fig. 1). La première, ou apicale, reste généralement indivise, mais peut aussi se segmenter horizontalement pour donner une calotte de deux cellules. La cellule mère se partage par une cloison qui se courbe vers le haut (fig. 2) en deux cellules filles, dont l'inférieure deviendra le sac embryonnaire. Cette dernière est donc la cellule du sac; elle refoule bientôt sa congénère ainsi que la calotte, dont les derniers vestiges sont encore visibles dans la figure 3.

Pendant ce temps, le noyau du sac se divise; chaque moitié se porte à l'une des extrémités; une vacuole apparaît au

(1) *Loc. cit.*, p. 100, pl. III, fig. 22-48.

centre. Aussitôt après l'achèvement des divisions ultérieures, les deux synergides, au sommet, offrent une mince membrane et un contenu protoplasmique homogène (fig. 4); l'oosphère s'insère latéralement et présente déjà son noyau à la base; à côté d'elle est le noyau polaire supérieur. Plus tard, une vacuole apparaît au-dessous du noyau de chacune des synergides.

Le noyau polaire inférieur s'avance vers le haut pour se fusionner avec le noyau polaire supérieur (fig. 5). A ce moment, les antipodes occupent la partie inférieure rétrécie du sac embryonnaire et sont déjà assez développés; ils ne tardent pas à prendre un volume considérable. Le sac embryonnaire s'élargissant inégalement vers la base, les antipodes sont déplacés et adhèrent à la paroi latérale (fig. 6). Tantôt leurs noyaux s'hypertrophient et présentent un assez grand nombre de nucléoles de grosseur inégale ; tantôt ils se divisent chacun en deux nouveaux noyaux, qui restent accolés ou se séparent complètement. Je n'ai pas vu, dans le *Cornucopiæ*, le partage des cellules suivre celui des noyaux, comme dans quelques-uns des cas mentionnés par M. Fischer. Cet auteur a constaté que, dans l'*Ehrarta panicea*, chacune des cellules antipodes se divise en deux; mais, dans l'*Alopecurus pratensis*, le nombre des noyaux peut être de trois ou même plus, sans qu'il y ait partage de la cellule. Ce développement des antipodes avait déjà été remarqué par Hofmeister dans les Triticées (1) ; nous retrouverons un phénomène du même ordre dans plusieurs familles. Que le partage des noyaux soit ou non suivi de la formation de cloisons venant doubler le nombre des cellules, ils offrent vers l'époque de la fécondation plusieurs nucléoles et granulations indiquant un commencement de résorption.

J'ai pu constater aussi, dans les premières phases du développement du *Cornucopiæ nocturnum*, le phénomène particulier qui consiste en ce que parfois, après la division transversale de la cellule mère, chacune des cellules filles possède

(1) Hofmeister, *Neue Beiträge*, p. 677 (*Abhandl. d. Konigl. Sachs. Gesellsch. f. Wissensch.*, Bd VII).

deux noyaux. Il en est de même dans le *Melica nutans* (1), où la cellule mère n'est pas surmontée d'une calotte. Dans l'un et l'autre cas, c'est la cellule fille inférieure qui comprime sa congénère et s'agrandit en sac embryonnaire. Nous verrons plus loin que la présence de deux noyaux, ou même d'un plus grand nombre dans deux cellules filles, n'est pas un fait aussi rare qu'on l'avait pensé.

Commélynées. — Le nucelle du *Commelyna stricta* présente avant d'être recouvert par le tégument, une grande cellule axile sous-épidermique pourvue d'un gros noyau et de nombreuses granulations (fig. 7). Cette cellule se divise vers le tiers supérieur (fig. 8); puis, la cellule fille inférieure refoule la supérieure, qui se change en une large bande réfringente (fig. 9); il n'y a par conséquent pas de calotte, la cellule axile sous-épidermique étant la cellule mère.

Les deux noyaux issus de la division du noyau primaire du sac embryonnaire sont séparés par une vacuole et se divisent à leur tour dans des plans légèrement inclinés; ils sont arrivés au dernier stade du phénomène dans la figure 9. La figure 10 montre la position respective des huit noyaux du sac; les trois plus élevés fournissent l'appareil sexuel, représenté à un âge plus avancé dans la figure 11. L'une des synergides possède déjà sa vacuole; l'oosphère, insérée comme elles au sommet, a son noyau à la base; les antipodes occupent l'extrémité inférieure du sac embryonnaire. La fusion des noyaux polaires se fait longtemps avant la fécondation, au centre de la cavité, et le noyau secondaire formé est relié aux deux extrémités par une épaisse traînée protoplasmique.

Mélanthacées. — J'ai recherché l'origine du sac embryonnaire dans le *Tricyrtis hirta*. Le nucelle allongé présente sous l'épiderme une très grande cellule terminant la rangée axile et se divisant au moment où le tégument interne atteint le sommet (fig. 12). La cloison formée est située vers le haut (fig. 13); bientôt le noyau de la cellule inférieure se par-

(1) Fischer, *loc. cit.*, p. 106, pl. III, fig. 47-48.

tage à son tour pour donner une seconde cloison, également plus rapprochée du sommet (fig. 14). Les deux cloisons ne tardent pas à se courber vers le haut sous la pression exercée par la cellule inférieure, qui donnera le sac embryonnaire (fig. 15). La grande cellule axile sous-épidermique se montre donc, dès l'origine, comme étant la cellule mère, qui se partage à deux reprises en direction basipète.

Par suite de l'élargissement de la cellule du sac, l'épiderme du nucelle se détruit sur les côtés; quelques-unes de ses cellules persistent encore au sommet. La figure 16 représente un sac embryonnaire peu de temps après l'achèvement des divisions nucléaires; les deux noyaux polaires se rapprochent pour se fusionner vers le centre; les antipodes n'offraient pas encore de membranes cellulaires.

M. Vesque a décrit et figuré, dans l'*Uvularia grandiflora* (1), un cas qu'il considère comme tératologique, dans lequel trois cellules filles, nées dans la cellule mère primordiale, peuvent offrir chacune quatre noyaux. Si le fait est exact (l'auteur ne parle pas du sort réservé à chacune d'elles), il y aurait là un cas analogue à celui de l'*Agraphis;* mais ce point réclame de nouvelles observations.

Liliacées. — Les premières phases du développement du sac embryonnaire ont été décrites dans l'*Yucca gloriosa*, par M. Vesque (2), qui a suivi l'ordre de succession des cloisons de la cellule mère primordiale. Je suis d'accord avec lui quant au nombre des cellules filles qu'elle fournit; mais il n'en est plus de même pour le sort qui leur est réservé. Il suffira, pour s'en convaincre, de comparer mes figures aux siennes.

La cellule axile sous-épidermique du nucelle se partage horizontalement en deux cellules inégales (fig. 16) : une apicale, qui restera quelquefois indivise ou plus souvent sera l'origine d'une calotte de quelques cellules; une subapicale ou cellule mère, qui se divisera à deux reprises, en direction basi-

(1) *Nouvelles recherches*, etc., p. 313, pl. XV, fig. 17-20.

(2) *Id.*, *ibid.*, p. 320, pl. XII.

pète, par des cloisons molles, épaisses et souvent ondulées (fig. 17-22).

Après le premier cloisonnement de la cellule mère, on peut trouver dans chacune des deux cellules filles, qui sont alors d'égale dimension, deux noyaux non séparés par une cloison; il y a donc parfois une tendance à la formation de quatre cellules filles secondaires. Nous verrons plus tard que ce fait peut aussi recevoir une autre explication.

En général, la cellule fille inférieure se montre comme étant la cellule du sac, peu de temps après l'apparition de la deuxième cloison (fig. 22). Elle s'agrandit et refoule celles qui la surmontent; les cloisons disparaissent rapidement, ainsi que le tissu de la calotte (fig. 23). Cependant j'ai observé quelques cas où c'était l'avant-dernière cellule qui se développait, en laissant au-dessous d'elle une anticline. Ce fait, joint à l'élargissement rapide du sac embryonnaire, qui donne lieu parfois à la présence de bandes plasmiques minces, s'étendant d'une cloison à l'autre et ressemblant à des cloisons, a pu contribuer à faire admettre constamment la présence des anticlines.

Le noyau primaire de la cellule du sac se divise avant la destruction complète des cloisons superposées (fig. 23); les deux nouveaux noyaux sont séparés par une vacuole et se partagent dès lors aux deux extrémités dans la couche plasmique qui revêt la paroi du sac embryonnaire (fig. 24). Après la formation des deux groupes de noyaux, les synergides se font remarquer au sommet par leur insertion plus élevée que celle de l'oosphère située latéralement. La figure 25 représente un état antérieur à la fusion des noyaux polaires, qu'on voit encore au contact des deux groupes dont ils se détacheront pour se fusionner à égale distance des deux extrémités. Les antipodes restent généralement, sinon constamment, réduits à leurs noyaux, peu volumineux, qu'on ne retrouve qu'avec peine dans le sac embryonnaire adulte.

J'ai suivi aussi les premières phases du développement dans l'*Ornithogalum pyrenaicum*. M. Strasburger a examiné le sac

embryonnaire adulte de l'*O. nutans*, et reconnu que parfois, dans le jeune âge, l'appareil femelle ne présente que deux cellules, l'une des synergides faisant défaut. Je n'ai pas observé pareille anomalie dans la première espèce.

On y trouve assez souvent deux grosses cellules collatérales au sommet du nucelle (fig. 29). Elles peuvent offrir d'abord l'une et l'autre des divisions semblables, mais bientôt l'une d'elles l'emporte sur sa voisine et continue son évolution. Après la formation de la première cloison transversale, la cellule apicale se cloisonne en premier lieu dans le sens longitudinal (fig. 30); la calotte se trouve ainsi formée de deux cellules, dont l'une ou parfois les deux présentent ensuite une cloison transversale (fig. 31-32).

Au noyau de la cellule subapicale, observé durant sa division dans la figure 30, succèdent deux noyaux séparés par une cloison gonflée, ondulée et plus épaisse au centre (fig. 31). Cette cloison disparaît en fort peu de temps sous la pression exercée par la cellule inférieure qui s'agrandit en sac embryonnaire. Dans la figure 32 elle est encore visible vers le haut, ainsi que le noyau de la cellule fille supérieure en voie de résorption; la gélification se propage aux éléments de la calotte. Le noyau primaire du jeune sac s'est déjà divisé; une vacuole se forme dans la partie centrale; les filaments se rétractent à la périphérie des deux nouveaux noyaux. La figure 33 représente la disposition des deux groupes de noyaux aux deux extrémités du sac, aussitôt après l'achèvement des divisions.

Je donne (fig. 34) un dessin du sac embryonnaire adulte de l'*Aloe ciliaris* pour montrer que, dans quelques cas, les synergides se distinguent à peine de l'oosphère et que ces trois cellules s'insèrent sur une large surface au même niveau. Les trois antipodes m'ont paru rester fort petites et privées de membranes cellulaires; la fusion des deux noyaux polaires a lieu presque immédiatement au-dessus d'elles et produit un très gros noyau secondaire reposant sur l'amas protoplasmique dans lequel elles sont plongées. Dans beaucoup d'autres Liliacées ou Asparaginées, telles que l'*Hemerocallis*, le *Ruscus*, les

antipodes forment au contraire, dès le jeune âge, de grosses cellules disposées sur le même plan à la partie inférieure élargie du sac embryonnaire.

MM. Treub et Mellink ont rencontré dans l'*Agraphis patula*, comme je l'ai rappelé, un cas très intéressant de développement du sac embryonnaire. M. Vesque avait examiné l'*Agraphis nutans*, et était arrivé à des résultats tout différents (1). J'ai répété les observations sur l'*A. nutans* et l'*A. campanulata* et j'ai reconnu le bien-fondé des assertions des deux premiers auteurs.

Les trois espèces citées se comportent d'une façon identique. La calotte est très épaisse et par suite la cellule mère profondément enfoncée dans les tissus du nucelle (fig. 26). Dans celle-ci se forment deux cellules filles, qui prennent bientôt un volume inégal, la supérieure s'allongeant et refoulant le tissu de la calotte, tandis que l'inférieure reste à peu près stationnaire. La première cellule fille devient sac embryonnaire ; la seconde est une anticline. Contrairement à l'opinion de M. Vesque, la cellule supérieure ne provient jamais de la fusion de deux cellules filles.

Le noyau de cette cellule se divise (fig. 26) sans former de plaque cellulaire équatoriale ; puis, les deux nouveaux noyaux entrent à leur tour en division, en même temps que celui de l'anticline (fig. 27). Je n'ai représenté que quelques-uns des états successifs observés dans l'*A. campanulata*, les autres ont été figurés avec une grande exactitude par MM. Treub et Mellink. Quand les huit noyaux ont pris naissance dans le sac embryonnaire, l'anticline en renferme quatre.

Amaryllidées. — Je puis de même confirmer les résultats que ces deux auteurs ont tirés de l'examen du *Narcissus Tazetta*. Ils ont constaté qu'une grande cellule axile sous-épidermique se divise transversalement en deux cellules superposées, dont la supérieure offre parfois un développement accompagné de la division de son noyau, mais sans

(1) *Nouvelles recherches*, etc., p. 321, pl. XIII, fig. 6-19.

donner le sac embryonnaire, qui provient toujours de la cellule inférieure.

Un cas semblable peut se présenter, quoique assez rarement, dans le *Narcissus micranthus*. Dans la figure 35, pl. X, les deux cellules, formées à la suite du cloisonnement transversal de la cellule sous-épidermique, sont inégales et possèdent chacune deux noyaux; la seconde offre une vacuole au centre, et apparaît déjà comme la cellule du sac; parfois, cependant, la première cellule est aussi volumineuse que la seconde.

Bientôt, la cloison séparatrice devient diffluente en se courbant vers le haut; la cellule supérieure est comprimée, et chaque noyau, dans le jeune sac embryonnaire, entre en division à la place qu'il occupait; il n'y a pas d'anticline (fig. 36).

La suite du développement s'accomplit comme à l'ordinaire jusqu'à la constitution définitive de l'appareil femelle. Le sac embryonnaire prend une forme ovoïde (fig. 37); les trois cellules au sommet présentent les mêmes dimensions et s'insèrent au même niveau; l'oosphère ne se distingue que par son noyau, situé plus bas que les noyaux des deux synergides pourvues l'une et l'autre d'une vacuole. Les antipodes, très développés et remplis d'un protoplasma très abondant, sont placés sur le même plan à la partie inférieure du sac embryonnaire : la fusion des noyaux polaires, qui n'a pas encore eu lieu dans la figure 37, se fera dans leur voisinage.

Iridées. — Les diverses phases de l'évolution de la cellule axile sous-épidermique sont faciles à suivre dans l'*Iris stylosa*. Tantôt elle se présente comme étant directement la cellule mère et se divise en trois cellules filles superposées; tantôt elle forme d'abord une calotte réduite à deux cellules collatérales. Le sac embryonnaire provient constamment de la dernière des cellules superposées; ses formations internes ressemblent à celles du Narcisse; les antipodes sont remarquables par leur grosseur.

Le *Crocus vernus* a été longuement étudié par Hofmeister, qui en a donné de nombreuses figures. Il présente un intérêt spécial par l'allongement et la striation des synergides à leur partie supérieure. On sait que Schacht avait donné le nom d'appareil filamenteux à l'espèce de coiffe surmontant ces cellules. Pour Hofmeister, cet appareil, dont les stries se colorent en brun par le chloro-iodure de zinc, est un épaississement de la paroi du sac embryonnaire.

Mais M. Strasburger a pu voir, dans de jeunes sacs embryonnaires, les synergides en percer la paroi et s'allonger dans le micropyle (1). Elles présentent des stries longitudinales qui se colorent en brun par le chloro-iodure et qui ne se continuent pas jusqu'à leur pointe restée lisse, mais susceptible de se colorer en bleu par le même réactif.

Cet allongement des synergides est beaucoup moins prononcé dans le *Crocus sativus* (fig. 38) ; la striation, même à un âge avancé, était à peine appréciable. L'oosphère s'insère latéralement par une large surface ; les antipodes sont situés sur des plans différents ; près d'eux se fait la fusion des noyaux polaires, et, comme chez le Narcisse, le noyau secondaire est assez éloigné de l'appareil femelle.

Broméliacées. — L'ovule du *Bilbergia Cappei* peut être examiné directement par transparence. La cellule mère, très petite, est enfoncée dans les tissus formés de quatre ou cinq assises cellulaires ; la calotte offre une épaisseur assez notable. Deux cellules filles naissent d'abord dans la cellule mère, puis se subdivisent à leur tour. La cellule fille secondaire inférieure refoule ses congénères et s'agrandit en sac embryonnaire ; l'appareil sexuel se complète avant la destruction de la calotte.

Cannées. — Les ovules du *Canna indica* ne présentent pas toujours un développement identique et normal. Le plus souvent pourtant, on trouve la cellule mère surmontée d'une calotte de deux cellules ; mais il est des cas où celle-ci fait défaut.

(1) *Befruchtung und Zelltheilung* (*Jenaische Zeitschrift*, p. 471).

Deux cloisons épaissies au centre se forment en direction basipète dans la cellule mère (fig. 39), puis la cellule inférieure refoule celles qui la surmontent et arrive rapidement au contact de l'épiderme du nucelle (fig. 40 et 41).

Après la constitution de l'appareil femelle, le sac embryonnaire s'élargit vers le haut et s'allonge en pointe à la base. Les cellules sexuelles en occupent presque toute la largeur au sommet : l'oosphère ne se distingue des synergides, souvent dépourvues de vacuoles, que par la position de son noyau (fig. 42).

II. — DICOTYLÉDONES.

§ 1. — Dialypétales.

ROSACÉES. — M. Strasburger a étudié avec soin le *Rosa livida* (1) et reconnu l'existence de plusieurs cellules mères du sac embryonnaire. Plusieurs des cellules filles peuvent se développer simultanément et diviser leurs noyaux; mais une seule finit par l'emporter sur les autres.

M. Vesque n'a pas rencontré de cas semblables dans ses recherches. Plus tard, M. Fischer a examiné plusieurs Rosacées (*Geum*, *Rubus*, *Sanguisorba*, *Cydonia*, *Agrimonia*), qui lui ont présenté les mêmes phénomènes que le *Rosa livida;* en sorte que nos connaissances sur cette famille laissent peu à désirer.

La plupart des Rosacées que j'ai observées moi-même offrent les mêmes caractères et sont remarquables par l'existence de plusieurs cellules mères. L'*Eriobotrya japonica* va nous servir d'exemple.

La figure 43, pl. 4, représente un nucelle déjà très développé, dont la partie centrale offre trois séries parallèles de cellules séparées par des cloisons plus épaisses que celles du tissu ambiant. Chaque série comprend trois cellules filles, nées dans la cellule mère et surmontées par une calotte réduite à une

(1) *Angiospermen und Gymnospermen*, p. 14, pl. IV, fig. 49-55, et pl. V, fig. 56 et 57.

cellule unique pour la série axile. L'épiderme du nucelle se dédouble au sommet. Plus tard, la calotte formera un tissu plus épais, en même temps que les cellules épidermiques continueront à se dédoubler tangentiellement.

Le nombre des cellules filles nées dans chaque cellule mère est variable suivant les cas. Le sac embryonnaire peut provenir de l'une quelconque d'entre elles ; dans la figure 44, il est dû cependant, comme dans la généralité des autres familles, à l'agrandissement de la cellule fille inférieure appartenant à la série axile. Mais, dans la figure 45, la cellule du sac est l'avant-dernière ; il y aura donc une anticline, qui pourra même diviser son noyau et présenter pendant quelque temps un accroissement égal à celui de la cellule du sac.

Dans la figure 46, à droite du sac embryonnaire adulte, l'une des cellules filles de la série adjacente renferme deux noyaux et n'est pas encore résorbée. Deux anticlines, pourvues d'un seul noyau, sont également visibles dans la figure 47, et il existe, à gauche, une cellule fille latérale encore intacte.

La disposition des cellules sexuelles au sommet du sac embryonnaire est nettement indiquée dans ces deux dernières figures. Les synergides se distinguent par leurs vacuoles de l'oosphère plus allongée et plus riche en protoplasma ; les antipodes sont assez volumineux. La fusion des noyaux polaires s'effectue au contact de l'oosphère.

On remarque que dès les premières phases du développement de la cellule du sac, les parois des cellules voisines se gonflent et subissent un commencement de gélification ; le contenu de ces dernières est absorbé par le jeune organe en voie de formation. Le sac embryonnaire prend une forme irrégulière pendant la destruction des tissus circonvoisins jusqu'à ce qu'il arrive au contact de l'épiderme du nucelle.

Ainsi, chez les Rosacées, la tendance au développement en sac embryonnaire qu'on observe parfois, chez d'autres plantes, dans l'une des cellules voisines de la cellule du sac, s'accentue de plus en plus, et même plusieurs de ces cellules peuvent être équivalentes dans la genèse du sac embryonnaire.

Onagrariées. — La cellule axile sous-épidermique du nucelle de l'*Œnothera tetraptera* se distingue de ses voisines avant l'apparition du tégument interne (fig. 48).

Lorsqu'elle a fourni, par sa division horizontale, la cellule apicale ou initiale de la calotte, et la cellule mère, celle-ci se partage d'abord en deux cellules filles dont l'inférieure se divise ensuite (fig. 49).

Bientôt après, les cloisons se courbent vers le haut, tandis que la calotte commence à prendre un accroissement considérable ; les cellules filles se trouvent ainsi profondément enfoncées dans les tissus du nucelle. Ce mode d'accroissement a été décrit par M. Vesque, qui a reconnu de même que la cellule mère se partage en trois cellules filles. Mais tandis qu'il voit ensuite la cloison supérieure disparaître pour opérer la fusion des deux cellules qu'elle séparait, on constate au contraire, avec la plus grande netteté, le refoulement de ces dernières par la cellule inférieure, ainsi que l'indique la figure 50.

Les divisions qui se font à l'intérieur du sac embryonnaire suivent leur cours normal. Les cellules sexuelles adultes ont un volume considérable ; avant même la fusion des noyaux polaires (fig. 51), les synergides pourvues de leurs vacuoles et situées au sommet du sac, et l'oosphère latérale et très allongée, sont déjà très développées. Le cul-de-sac inférieur loge les trois antipodes peu volumineux. Au moment de la fécondation, le sac embryonnaire est en contact avec l'épiderme du sommet du nucelle.

Lythrariées. — Dans cette famille, la structure du nucelle ressemble beaucoup à celle que nous avons mentionnée chez les Onagrariées ; mais la cellule mère m'a présenté, dans le *Cuphea Jorullensis*, quatre cellules filles, encore visibles dans la figure 52. Le tissu ambiant a déjà pris un assez fort développement, plus prononcé encore dans la figure 55, où la calotte ne peut être distinguée des assises latérales du nucelle.

Dans la figure 53, la cellule du sac a son noyau vers le centre, entre deux vacuoles ; la destruction des cellules supérieures est incomplète ; il en est encore de même dans la figure 54.

Ici, les deux noyaux formés en premier lieu se divisent aux deux extrémités du sac embryonnaire et sont séparés par une vacuole. Les granulations de chaque nouveau noyau se coloraient vivement par le vert de méthyle, tandis que le carmin mettait en évidence les filaments connectifs peu nombreux.

J'ai représenté, dans la figure 55, le sac embryonnaire avant la dernière bipartition des noyaux; sa forme est à peu près cylindrique. Mais bientôt il s'élargit au sommet par suite de la destruction de la calotte et du tissu adjacent. La figure 56 montre la disposition du contenu du sac après les dernières divisions nucléaires. Au sommet, sur un même plan horizontal, sont les deux synergides avec leurs noyaux volumineux ; à droite et au-dessous d'elles se trouve l'oosphère, à laquelle le quatrième noyau est accolé. Je n'ai pas vu de membrane cellulaire autour des noyaux antipodes. Le noyau polaire inférieur se porte en peu de temps au contact de celui du haut avec lequel il doit se fusionner et qui demeure en place au contact de l'oosphère ; cependant la fusion est lente à se faire, comme l'indiquent les figures 57 et 58.

Dans la première de ces figures, le sac embryonnaire élargi dans sa partie supérieure n'est recouvert que par l'épiderme du nucelle ; les synergides ne présentent pas de vacuoles, tout en se distinguant déjà de l'oosphère par une moindre longueur; les antipodes ont une membrane.

La figure 58 permet de suivre l'oosphère jusqu'au sommet et de reconnaître que son adhérence à la paroi du sac se fait au même niveau que celle des synergides; les trois cellules sexuelles offrent cependant des caractères assez différents.

Ribésiacées. — Après M. Warming, qui décrivit avec soin le développement de l'ovule du *Ribes nigrum* (1), M. Vesque étudia le *R. malvaceum* et vit qu'au-dessous de la calotte, la cellule mère donne naissance à trois cellules filles (2). Selon ce dernier auteur, « la cloison supérieure se dissout; les cellules 1 et 2 se confondent, s'accroissent ensemble et pre nneu

(1) *Loc. cit.*, p. 201, pl. VII, fig. 6-14.
(2) *Nouvelles recherches*, etc., p. 346, pl. XVIII, fig. 13-17.

une forme sphérique. La cellule 1 seule produit une tétrade : trois de ses cellules constituent l'appareil sexuel ; le quatrième noyau s'achemine vers le noyau de la cellule 2, se loge à côté de lui, et finit probablement par s'y incorporer. » Ainsi, par exception, il n'y aurait pas d'antipodes dans cette plante dialypétale.

Cependant, dans une notice postérieure à son mémoire sur l'ovule et au premier travail de M. Vesque, et tout en admettant la fusion des deux cellules supérieures qu'il croyait démontrée, M. Warning figurait trois antipodes dans le sac embryonnaire du *Ribes rubrum* (1).

L'observation attentive m'a permis de constater que le refoulement des cellules superposées à la cellule inférieure se présente comme dans la plupart des autres cas et qu'en outre les antipodes, assez petits, il est vrai, ne font pas défaut chez le *R. malvaccum*.

Saxifragées. — La conclusion qui précède est applicable aux *Saxifraga*. L'espèce qui se prête le mieux à l'observation m'a paru être le *S. Huetti*, dont les ovules sont faciles à rendre transparents. Des trois cellules filles formées successivement en direction basipède dans la cellule mère, les deux supérieures sont plus petites que l'inférieure, comme l'a reconnu M. Vesque; mais ici encore c'est cette dernière qui s'agrandit en sac embryonnaire. La figure où cet auteur représente les partitions de la cellule mère prouve même contre sa théorie, car le refoulement des deux cellules filles supérieures s'y laisse facilement apercevoir (2).

Il n'y a aucune anomalie dans la constitution du sac embryonnaire ; la succession des divisions nucléaires exige seulement des recherches plus minutieuses que dans la plupart des cas, et les réactifs colorés permettent de retrouver facilement les trois antipodes.

Mésembrianthémées. — Les petits ovules des *Mesembrian-*

(1) Warming, *Om plantœggets og dets enkelte deles rette homologier* (*Extrait du Journal de Botanique*, Copenhague, 3e série, 3e vol., 1878).
(2) *Nouvelles recherches*, etc., pl. XVIII, fig. 8.

thenum Ecklonis, *M. bulbosum*, se prêtent assez facilement à l'observation. La cellule axile sous-épidermique ne s'est pas encore divisée au moment où le tégument interne atteint le sommet du nucelle (fig. 59). Sa première division transversale est accompagnée de divisions tangentielles dans les cellules sous-épidermiques adjacentes, divisions qui ne tardent pas à former autour de la cellule mère un tissu assez épais.

Dans la figure 60, la calotte se compose de trois cellules; la cellule mère offre vers le tiers inférieur une cloison réfringente séparant deux cellules inégales. On voit parfois une seconde division se faire dans la cellule fille supérieure; mais il peut arriver que celle-ci se développe rapidement en refoulant la cellule fille sous-jacente, qui disparaît sans diviser son noyau. Souvent aussi, c'est cette dernière qui se partage avant la formation du sac embryonnaire. On peut donc rencontrer des variations dans la marche du développement; ce qui frappe ici, dans tous les cas, c'est la rapidité avec laquelle la cellule du sac s'agrandit.

Caryophyllées. — Les observations des auteurs qui ont étudié l'embryogénie de plantes appartenant à ce groupe ne nous apprennent que peu de chose, même sur le sac embryonnaire adulte. En suivant le développement chez le *Silene obtusifolia*, on voit la cellule axile sous-épidermique plus grande que ses voisines, se diviser transversalement en donnant l'initiale de la calotte et la cellule mère plus grande. Bientôt la calotte se constitue par des divisions transversales; dans la figure 62, elle n'offre encore que deux cellules. En même temps, le tissu latéral du nucelle s'épaissit par des divisions tangentielles; il se forme ainsi des séries cellulaires qui s'appuient contre la série axile et divergent en éventail (fig. 63).

Des cloisons se produisent dans la cellule mère, au nombre de deux généralement, sans qu'il soit possible de reconnaître dans tous les cas la succession réelle des partitions, en raison du peu de différenciation des cellules qui composent la série axile tout entière à partir de l'épiderme, et de la rapidité avec laquelle la cellule inférieure se développe en sac embryonnaire.

Les deux groupes de noyaux du sac embryonnaire sont séparés par une vacuole ; les synergides se logent dans l'extrémité supérieure rétrécie en pointe et n'atteignant pas l'épiderme du nucelle (fig. 64). Elles s'allongent au sommet, en présentant successivement la forme et la disposition indiquées dans les figures 65 et 66. Les antipodes m'ont semblé encore réduits à leurs noyaux. Le noyau polaire inférieur s'avance vers le noyau supérieur qui s'éloigne peu de l'appareil sexuel ; les vacuoles apparaissent dans les synergides.

Dans le sac embryonnaire adulte (fig. 67), ces dernières cellules sont très développées et pourvues d'un noyau relativement petit. L'oosphère est placée, comme dans les figures précédentes, du côté convexe du nucelle ; elle se distingue plutôt par son noyau situé à la base, que par sa forme ou sa longueur ; du côté interne est le noyau secondaire du sac embryonnaire. Les antipodes accolés dans la partie profonde ou isolés sur les côtés, ne peuvent être aperçus facilement que dans le jeune âge.

Nyctaginées. — Les résultats qu'a donnés à M. Fischer (1) l'examen d'un représentant de la famille précédente et de plusieurs autres Centrospermées (*Chenopodium fœtidum*, *Gomphrena decumbens*, *Allionia nyctaginea*), nous montrent qu'il existe chez ces plantes une calotte plus ou moins épaisse, et que les divisions de la cellule mère sont en nombre variable. Ce nombre n'est pas fixe dans une même famille : ainsi, tandis qu'il se forme quatre cellules filles dans le *Gomphrena*, je n'en ai trouvé que trois dans le *Celosia argentea*. Ces différences n'ont d'ailleurs qu'une bien faible importance. M. Fischer a trouvé exceptionnellement, dans le *Gomphrena*, deux oosphères au voisinage, mais non au contact des synergides. Ce cas anormal rappelle ce qui existe normalement dans le *Santalum album*, où deux cellules ovulaires se développent au-dessous des synergides. En se fondant sur la succession des phénomènes observés dans le cours de la formation de l'appa-

(1) *Loc. cit.*, p. 111-114.

reil sexuel de cette dernière plante, M. Strasburger pense avec raison que la formation des deux oosphères, postérieure à celle des synergides, est due à la bipartition d'une cellule ovulaire primitivement unique (1).

Je n'ai pas retrouvé de cas semblable dans les Amaranthacées; d'ailleurs la figure donnée par M. Fischer (2) ne représente évidemment qu'un cas exceptionnel.

Les antipodes ont souvent, dans les Nyctaginées, des parois cellulaires très développées, comme l'indique la figure 68 pl. 5, représentant un sac embryonnaire adulte de *Mirabilis Jalapa*. Au sommet, le sac touche à l'épiderme du nucelle; mais, sur les côtés, il est entouré par un tissu très épais et n'occupe qu'une faible partie du volume total du nucelle au moment de la fécondation. La paroi en est gonflée et souvent ondulée; il en est de même de celle des antipodes, dont la disposition est caractéristique; chacune d'elles est pourvue d'un gros noyau. Les cellules sexuelles adhèrent par une large surface à la paroi du sac; l'oosphère est très développée, la fusion des noyaux polaires tardive.

BERBÉRIDÉES. — La cellule apicale du nucelle du *Mahonia indica*, formée par la première division de la cellule axile sous-épidermique, est l'initiale d'une calotte qui, par suite de partions horizontales et verticales, se compose plus tard de deux ou trois assises cellulaires (fig. 87-88).

La cellule mère donne successivement trois cellules filles, dont l'inférieure est la plus grande et refoule les deux autres. M. Vesque n'a observé, après des recherches multipliées, qu'une mince et délicate cloison dans la cellule mère du *Mahonia* (3). La figure qu'il donne du sac embryonnaire, après la constitution de l'appareil femelle, en représente exactement l'aspect général; mais, à cet âge, les noyaux des cellules femelles ne sont pas, comme elle l'indique, dépourvus de

(1) *Befr. u. Zellth.*, p. 480 (*Jenaische Zeitschrift*).
(2) *Loc. cit.*, pl. IV, fig. 12.
(3) *Nouvelles recherches*, etc., p. 331, pl. XVI, fig. 17-20.

membranes cellulaires. Les synergides et l'oosphère ont la forme et la disposition représentées dans la figure 89.

Renonculacées. — Cette famille a été l'objet d'un assez grand nombre d'observations. L'un des auteurs qui s'en est le plus occupé me paraît être encore à côté de la vérité, en ce qui concerne à la fois la succession des phénomènes qui précèdent la formation et le développement de la cellule du sac et l'interprétation de la pluralité des noyaux dans les antipodes. Voyons d'abord comment les choses se passent dans le *Clematis cirrhosa*.

Le carpelle contient trois ou quatre ovules disposés sur deux rangs; l'ovule inférieur seul poursuit son développement; les autres sont comprimés par lui dans la cavité ovarienne et présentent, avant de disparaître, une structure sur laquelle nous reviendrons dans un instant (fig. 74).

Observé avant l'apparition de l'unique tégument, le mamelon nucellaire offre sous l'épiderme des cellules allongées disposées comme l'indique la figure 69. L'une d'elles se distingue déjà comme cellule prédestinée ; parfois deux d'entre elles possèdent pendant quelque temps les mêmes dimensions et semblent équivalentes avant le premier cloisonnement transversal, mais l'une d'elles ne tarde pas à l'emporter sur l'autre. Cette cellule se divise transversalement (fig. 70) ; des partitions semblables se font dans les cellules sous-épidermiques adjacentes. Une seconde cloison apparaît dans la cellule inférieure; elle a généralement, comme la première, une plus grande épaisseur que les parois cellulaires du tissu ambiant; les assises latérales présentent la disposition en éventail (fig. 71).

Là s'arrêtent les partitions de la cellule sous-épidermique prédestinée, qui doit par conséquent être considérée dès l'origine comme la cellule mère. L'aspect des cellules filles riches en protoplasma et la nature des cloisons qui les séparent prouvent suffisamment que la cellule qui touche à l'épiderme ne peut être considérée, dans le cas actuel du moins, comme le représentant de la calotte. Il suffit, d'ailleurs, pour s'en convaincre, de suivre le sort réservé aux deux cellules filles supé-

rieures et d'observer la résorption qu'elles subissent très peu de temps après leur formation. On les voit suivre l'allongement de nucelle et se rétrécir sous la pression exercée sur elles par les assises adjacentes (fig. 72). Bientôt il ne reste d'elles qu'une étroite bande réfringente, qui s'étend de l'épiderme à la cellule du sac (fig. 73).

Dans l'*Helleborus fœtidus*, la cellule prédestinée donne aussi trois cellules filles (fig. 81) ; rarement il existe, comme dans la fig. 82, une calotte de deux cellules collatérales. Des trois cellules filles séparées par des cloisons épaissies au centre, la dernière ne se divisera pas et donnera le sac embryonnaire. Leur mode de résorption est le même que dans le cas qui précède ; la bande réfringente qui surmonte la cellule du sac reste plus longtemps visible (fig. 83). On remarque également que, dans ce genre (le même fait existe dans un assez grand nombre de Renonculacées), l'épiderme se dédouble tangentiellement au sommet.

Les *Delphinium* ressemblent à l'*Helleborus* par le nombre des divisions de la cellule mère (1) ; il n'y a pas de calotte, et la cellule fille adjacente à l'épiderme est généralement la plus grande.

J'ai observé trois cellules filles et pas de calotte dans le *Caltha palustris*, où l'épiderme nucellaire offre un doublement pareil à celui des *Helleborus*. La cellule mère se comporte de même dans le *Ceratocephalus falcatus;* M. Strasburger a signalé aussi trois cellules filles et pas de calotte dans le *Myosurus* (2). Cette dernière plante devait bientôt permettre au savant professeur de découvrir que les noyaux endospermiques, considérés jusque-là comme le produit d'une formation libre, proviennent de la division du noyau secondaire du sac embryonnaire. J'ai observé aussi, avec la plus grande netteté, ce phénomène intéressant dans le *Ceratocephalus*, qui se prête aussi bien à l'observation que le *Myosurus;* j'avais déjà pu le

(1) Fischer, *loc. cit.*, p. 115, pl. IV, fig. 26-29.
(2) *Angiospermen und Gymnospermen*, p. 12, pl. IV, fig. 39-48.

voir dans mes recherches sur l'embryogénie des Légumineuses (1).

Si l'on observe les ovules rudimentaires qui sont logés dans la partie supérieure du carpelle, au moment où la cellule du sac embryonnaire de l'ovule inférieur commence à s'agrandir, le plus rapproché de ce dernier présente la structure indiquée dans la figure 75. Il n'existe aucun indice de tégument sur les côtés du nucelle ; deux grandes cellules inégales sous l'assise épidermique ressemblent à des sacs embryonnaires en voie d'évolution : l'un avec deux noyaux, l'autre avec quatre, disposés en deux groupes à chaque extrémité. L'ovule rudimentaire le moins développé offre souvent sous l'épiderme une grande cellule contenant deux ou quatre noyaux (fig. 76) ; parfois ces quatre noyaux sont disposés comme les quatre grains de pollen d'une cellule mère pollinique et séparés par des cloisons disposées en croix. L'atrophie des deux ou trois ovules au sommet de la loge ne tarde pas à se produire vers l'époque où les divisions s'achèvent dans le sac embryonnaire de l'ovule normal.

Les figures 77 et 78 montrent les états qui suivent la division du noyau primaire. Les cellules sexuelles et les antipodes offrent une disposition symétrique ; le sac embryonnaire est plus large à la partie supérieure. Dans la figure 79, l'une des synergides est déjà pourvue d'une vacuole ; l'oosphère commence à s'allonger. On voyait dans chaque antipode deux noyaux accolés ; cependant les noyaux polaires ne s'étaient pas encore rencontrés vers le milieu du sac embryonnaire, dans la bande de protaplasma qui s'étend entre les deux groupes cellulaires. La figure 80 représente l'appareil femelle adulte, avec les deux synergides munies de leurs vacuoles et largement insérées sur la paroi ; l'oosphère est très allongée, plus large au sommet qu'à la base, où le noyau, semblable à celui des synergides, est toujours situé contre la paroi.

Dans la figure 81, le sac embryonnaire de l'*Eranthis hiemalis*

(1) *Loc. cit.*, p. 69, fig. 77, pl. III.

est vu dans le plan de symétrie. Les synergides sont placées de chaque côté de ce plan, occupé par l'oosphère, dont la forme et l'insertion sont nettement indiquées. La fusion des noyaux polaires vient d'avoir lieu; on aperçoit encore deux nucléoles inégaux dans le noyau secondaire formé. Le sac embryonnaire est en contact avec l'épiderme très épaissi au sommet.

J'ai représenté aussi le sac embryonnaire de l'*Hepatica triloba*, où le développement des antipodes est porté à un très haut degré avant l'âge adulte (fig. 85). Celui qui est au premier plan possède quatre gros noyaux accolés, pourvus chacun d'un nucléole.

On a voulu voir dans ces noyaux multiples, observés également dans l'*Eranthis* (1), où on les trouve souvent au nombre de quatre, les représentants d'une tétrade de spores, et considérer leur formation comme une sporulation continuée. Comme on peut s'en convaincre par l'étude poursuivie dès le jeune âge, leur existence se rattache à un tout autre phénomène. Dans l'Hépatique, longtemps avant la fécondation, le noyau unique de chacun des antipodes grossit notablement et ne tarde pas à présenter deux nucléoles; puis, une ligne de séparation apparaît entre eux, marquée à la surface du noyau par une légère dépression. Dans la plupart des cas, les deux moitiés grossissent sans se séparer; de nouveaux nucléoles se forment dans la substance nucléaire, et, par la répétition du même mode de fragmentation, les deux noyaux donnent quatre segments plus ou moins arrondis et accolés les uns aux autres. Leur nombre augmente encore dans la suite, et leur disposition au centre de la cellule est variable (fig. 86). Ils sont dus, dans le cas actuel, à un mode spécial de partition, à une fragmentation simultanée, non suivie de la séparation des parties et constituant un phénomène variable dans ses manifestations, mais dont la signification est partout la même. Cette fragmentation est en rapport avec la nature et le rôle des antipodes, dont le volume peut augmenter, mais dont le protoplasma est impuissant à

(1) Vesque, *Développement*, etc., p. 264.

provoquer la division ; le noyau se livre à sa propre évolution.

Crucifères. — J'ai étudié attentivement le *Caspella Bursa-pastoris*, qui se prête mieux à l'observation que beaucoup d'autres Crucifères Le nucelle, semblable avant la naissance des téguments à celui des Gamopétales, offre sous l'épiderme une grande cellule mère terminant la série axile, comprise elle-même entre deux série, latérales sous-épidermiques (fig. 90). L'origine des téguments est bientôt visible vers la base. Il existe assez souvent, au sommet du nucelle, deux cellules mères collatérales dont l'une finit par comprimer sa voisine avant de se diviser (fig. 91).

Une cloison transversale, généralement plus rapprochée du haut, apparaît dans la grande cellule sous-épidermique (fig. 92) ; la cellule fille inférieure se divise à son tour dans le même sens (fig. 93). Alors commence le refoulement des deux cellules supérieures, dont la première, sous-jacente à l'épiderme, se gélifie souvent bien avant la seconde ; il n'y a donc pas de calotte.

On remarque quelques exceptions à cette règle générale de l'évolution de la cellule mère. Ainsi, il peut arriver que la cellule fille supérieure se divise longitudinalement en son mileu et que la destruction des deux cellules collatérales ainsi formées soit beaucoup plus tardive que dans les cas normaux ; c'est ce que montre la figure 95, où le jeune sac embryonnaire contient déjà quatre noyaux.

L'épiderme du nucelle se détruit après la résorption des deux cellules filles supérieures, et le noyau primaire se divise (fig. 96). La longueur du sac embryonnaire, alors entièrement recouvert par les téguments, est sensiblement égale à celle du tissu nucellaire sous-jacent. De nouvelles partitions nucléaires simultanées se produisent suivant des plans obliques ; j'ai observé plusieurs fois le stade de la division représenté fig. 97. A ce moment, les parties constitutives de l'ovule offrent la disposition de la figure 98.

Dans la figure 99, le sac embryonnaire, fortement courbé sur la base du nucelle, présente, au sommet, les trois cellules sexuelles ; à côté d'elles, le quatrième noyau ; à la base, les

trois antipodes avec leur membrane délicate, et le noyau polaire inférieur. Il ne tarde pas à se rétrécir en s'allongeant à sa partie supérieure ; les synergides prennent de même une forme allongée et l'oosphère, située soit du côté interne, soit du côté externe, devient remarquable par son gros noyau (fig. 100 et 101). Avant même que la fusion des noyaux polaires s'effectue, les antipodes échappent facilement à l'observation ; elles deviennent à peu près méconnaissables dans les sacs embryonnaires adultes. Hofmeister croyait même qu'elles font défaut chez les Crucifères (1) ; mais on peut toujours les retrouver dans le jeune âge.

Le noyau secondaire du sac embryonnaire possède un très gros nucléole et reste situé le plus souvent vers la paroi interne au voisinage de l'oosphère.

Rutacées. — Dans le *Ruta graveolens*, la cellule mère est encore indivise au moment où le tégument interne atteint le sommet du nucelle (fig. 102, pl. 6). La calotte se compose bientôt de trois ou quatre cellules superposées, qui peuvent elles-mêmes se diviser encore, au voisinage de l'épiderme principalement.

La cellule mère se segmente par une cloison médiane ou plus rapprochée de l'une des deux extrémités. Quand elle est plus proche de la base, c'est la cellule fille supérieure qui se divise, comme dans la figure 104 ; cette marche du cloisonnement de la cellule mère primordiale est peu commune. Les trois cellules filles ainsi formées ont un volume égal (fig. 105).

Après l'agrandissement de la cellule inférieure, le noyau se divise au centre (fig. 106), puis les deux nouveaux noyaux se portent aux extrémités opposées et sont séparés par une vacuole. Les phases ultérieures sont indiquées dans la figure 107, où le sac embryonnaire est recouvert de bandes plasmiques réfringentes et accolées, et dans la figure 108, où l'oosphère est très volumineuse comparativement aux synergides. L'un des trois antipodes est logé dans la pointe terminale du sac

(1) *Embryobildung der Phanerog.*, p. 87 (*Prings. Jahrb.*, 1858).

embryonnaire ; le noyau secondaire est accolé à la paroi interne.

Polygalées. — Le nucelle du *Polygala myrtifolia* est presque cylindrique au moment où la cellule mère allongée a terminé ses divisions et donné naissance à trois cellules filles (fig. 109). Les deux cellules de la calotte se partagent pendant que l'épiderme du nucelle se dédouble tangentiellement au sommet (fig. 110). La division du noyau de la cellule du sac a lieu avant même la destruction de la calotte (fig. 111).

Le sac embryonnaire s'agrandit peu avant l'achèvement des divisions internes; mais il atteint plus tard une grande longueur (fig. 112, 113, 114). A la partie supérieure, il est en contact avec les assises épidermiques ; dans sa partie inférieure, il se rétrécit et descend jusqu'à la base du nucelle ; latéralement, le tissu de ce dernier est très épais et persiste jusqu'à la fécondation.

Les synergides, peu volumineuses, occupent le sommet du sac embryonnaire; insérée plus bas qu'elles et latéralement, l'oosphère, plus large à sa partie supérieure, a une direction oblique. Les deux noyaux polaires se confondent tardivement, dans la partie où le sac embryonnaire commence à se rétrécir en pointe. Les antipodes sont situés dans des plans différents à la base.

Euphorbiacées. — Le sac embryonnaire adulte du *Ricinus communis* a été examiné par M. Strasburger qui en a figuré l'appareil sexuel (1). J'ai suivi les phases successives du développement du nucelle jusqu'à l'accroissement définitif du sac embryonnaire.

La cellule axile sous-épidermique se divise transversalement vers le tiers supérieur; la cellule apicale est l'initiale de la calotte, qui prend ici une grande épaisseur ; l'épiderme se dédouble également (fig. 115-116).

Une cloison réfringente et plus épaisse au centre se forme dans la cellule subapicale ou cellule mère ; la cellule fille infé-

(1) *Befr. u. Zellth.*, p. 473, pl. XXXV, fig. 6 (*Jenaische Zeitsch.*).

rieure, plus grande que sa congénère, se divise de même (fig. 116). Le sac embryonnaire provient de la cellule inférieure, qui commence son évolution dans la figure 115.

Après la formation des huit noyaux du sac embryonnaire, les deux noyaux polaires se rapprochent l'un de l'autre dans la couche de protoplasma rejetée contre la paroi par la grande vacuole centrale ; ils se fusionnent à égale distance des cellules sexuelles et des antipodes.

Malvacées. — Plusieurs genres ont été l'objet de mes observations et m'ont conduit à des résultats analogues. En général, le nucelle prend une forme allongée ; les divisions se produisent d'abord dans l'initiale de la calotte qui n'atteint pas une grande épaisseur (fig. 117, 118, 123).

On ne voit naître que trois cellules filles dans la cellule mère de l'*Anoda hastata*, tandis qu'il s'en forme quatre dans le *Malva capensis* (fig. 123) ; dans ce dernier cas, elles proviennent de la bipartition des deux cellules filles primaires. Ces cellules sont très riches en protoplasma granuleux, et l'on trouve souvent de l'amidon dans la cellule inférieure en voie d'agrandissement, avant la division du noyau.

Dans le jeune âge, les cellules sexuelles de l'*Anoda* ont une forme et un volume semblables ; la fusion des noyaux polaires se fait au centre de la cavité, alors que l'oosphère est à peine différenciée (fig. 119). Plus tard, l'oosphère s'allonge et se rétrécit à la base ; elle ressemble à celle du *Clematis*, chez les Renonculacées (fig. 120). Placés à des niveaux différents, les antipodes deviennent assez volumineux ; au noyau primitif de chacune d'elles succèdent parfois deux noyaux rapprochés l'un de l'autre comme dans les exemples cités précédemment ; leur partage n'est pas suivi de celui de la cellule (fig. 121).

Dans le *Sida arborea*, l'insertion de l'oosphère est franchement latérale ; le noyau polaire inférieur seul marche à la rencontre du noyau supérieur pour le rejoindre au voisinage de l'appareil femelle (fig. 122).

§ 2. — Gamopétales.

Labiées. — La structure du nucelle est, comme on le sait, très uniforme chez les Gamopétales. M. Warming a reconnu que la grande cellule sous-épidermique devient directement, dans ce groupe de plantes, cellule mère primordiale, et que l'absence de la calotte est un fait général. A de rares exceptions près, les ovules sont monochlamydés.

J'ai repris l'étude du *Salvia pratensis* et je suis arrivé à des résultats tout différents de ceux qu'on a tirés de l'examen de cette même plante (1); les espèces voisines m'ont confirmé dans mon opinion.

La figure 124 représentele nucelle avec sa grande cellule mère encore indivise. Dans la figure 125, il y a quatre cellules filles secondaires, nées de deux cellules filles primaires. On croirait parfois, au premier abord, qu'il existe cinq cellules filles, mais en réalité la cinquième de la série ne tire pas son origine de la cellule mère primitive, sous laquelle elle existait déjà avant les divisions, et dont elle suit jusqu'à un certain point l'augmentation de volume.

La cellule du sac s'agrandit dans la figure 127; elle a déjà détruit l'épiderme latéral du nucelle; son noyau surmonte une vacuole. Les cloisons des trois cellules filles superposées se courbent fortement vers le haut, deviennent ondulées et se gélifient; l'épiderme subit la même dégénérescence (fig. 128). Le sac embryonnaire, dont le noyau s'est déjà divisé, se trouve en contact avec l'assise interne du tégument, formée de cellules présentant une disposition et une forme caractéristiques chez les Gamopétales; il offre dans sa partie supérieure une épaisse bande réfringente provenant de la résorption des cellules filles supérieures. Quatre noyaux naissent à son intérieur, selon le processus ordinaire et dans des plans qui ne sont pas toujours absolument perpendiculaires l'un à l'autre (fig. 129).

Quand les cellules sexuelles ont pris naissance, elles offrent

(1) Vesque, *Développement*, etc., p. 259, pl. XV, fig. 1-11.

la disposition de la figure 130; les synergides ont leur membrane commune exactement sur la ligne médiane du sac embryonnaire; l'oosphère s'insère latéralement, à gauche, au-dessous d'elles; le centre du sac est occupé fréquemment par un grand nombre de grains amylacés.

Peu à peu les synergides s'allongent en pointe au sommet, pendant que les vacuoles se forment à la base; l'oosphère, pourvue d'un noyau plus gros, descend dans la partie renflée du sac embryonnaire. La figure 131 est dessinée dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie; l'état qu'elle représente n'est pas définitif, car les noyaux polaires ne se sont pas encore rejoints. Les antipodes sont disposés sur deux plans à la base du sac embryonnaire; ils peuvent d'ailleurs offrir des positions variées, parfois même une superposition régulière. La partie inférieure du sac embryonnaire est entourée par l'assise de revêtement, qui se termine là où commence le renflement du sac qui s'est avancé vers le haut dans le micropyle en détruisant le tissu ambiant.

Bignoniacées.—Il suffit de jeter les yeux sur les figures 132-134 pour remarquer que dans le *Bignonia capensis*, la succession des phénomènes est la même que dans le *Salvia*. La première cloison formée dans la cellule mère sous-épidermique est très épaisse au centre et sur les bords (fig 132); cette épaisseur est un caractère distinctif qu'on rencontre souvent chez les Gamopétales, où les deux cellules filles primaires égales se subdivisent généralement chacune en deux cellules filles secondaires, dont la cloison séparatrice est moins gonflée.

Le développement de la cellule du sac, indiqué dans la figure 133, ainsi que les divisions des noyaux de la figure 134, présentent une grande ressemblance avec ce qu'on a vu précédemment.

Jasminées. — La bipartition des deux cellules filles primaires est représentée dans la figure 136, empruntée, comme la figure 135, au *Jasminum grandiflorum*. La plaque nucléaire du tonneau de la cellule fille supérieure est épaissie en son milieu et ne touche pas encore aux parois opposées; les fila-

ments connectifs sont très visibles. Dans la figure 135, la cloison qui sépare les cellules filles primaires est légèrement ondulée; les noyaux ne sont pas encore entrés en division. L'observation des différents stades de la division est loin d'être facile et dépend en grande partie du hasard.

Dans le sac embryonnaire adulte, l'insertion de l'oosphère est nettement latérale (fig. 137). Les antipodes m'ont paru très réduits et dépourvus de membranes au moment où la fusion des noyaux polaires allait se faire; mais il est probable que dans d'autres cas ils présentent un développement plus marqué.

Mes observations sur les Scrophularinées sont incomplètes et ne me permettent pas de dire ce qu'il faut penser des descriptions qu'on a données du sac embryonnaire de ces plantes, chez lesquelles il offrirait les formes les plus irrégulières. J'ai examiné seulement celui du *Lophospermum erubescens* avant l'état adulte (fig. 138); il m'a semblé peu différent de ceux qui viennent d'être décrits.

Borraginées. — Le nucelle du *Borrago officinalis* est assez gros; sa grande cellule mère se divise d'abord en deux cellules filles primaires, qui se partagent ensuite en quatre cellules filles secondaires (fig. 139). Parfois cependant la cellule fille primaire inférieure seule se subdivise : il n'y a alors que trois cellules superposées; l'inférieure s'agrandit en sac embryonnaire.

Les divisions des noyaux suivent leur cours normal; le sac embryonnaire prend souvent une forme assez irrégulière, comme plusieurs observateurs l'ont déjà remarqué. Les cellules sexuelles sont volumineuses; dans la figure 140, les synergides n'ont pas de vacuoles, l'oosphère ne s'en distingue que par sa longueur un peu plus marquée; le noyau secondaire qui vient de se former offre encore les deux nucléoles des noyaux polaires confondus. Dans la partie inférieure du sac embryonnaire, les antipodes occupent le même plan, mais leur position peut varier.

Solanées. — Le *Nicotiana Tabacum* m'a fourni les figures

141-143 de la planche 7. Dans la première, le noyau de la cellule mère a formé sa plaque nucléaire; dans la seconde, la cloison qui sépare les deux cellules filles primaires est mince sur les bords et courbée vers le bas; le tégument ne recouvre pas encore le nucelle à cet âge. On trouve ensuite assez fréquemment trois cellules de volume inégal, la supérieure étant plus petite que les deux autres et représentant la cellule fille primaire restée indivise (fig. 143). Souvent aussi cette dernière se partage, en même temps que sa congénère, en deux cellules filles secondaires, auquel cas on observe quatre cellules filles de seconde génération (fig. 144).

Les figures 145 et 146 sont empruntées au *Cestrum splendens*, chez lequel le refoulement des trois cellules superposées à la cellule du sac est des plus démonstratifs. Lorsque la destruction des tissus est complète, le sac embryonnaire contient, au sommet, un protoplasma très abondant, dans lequel sont plongées les jeunes cellules sexuelles. Il revêt peu à peu une forme ovoïde et régulière. Les synergides et l'oosphère sont insérées toutes trois sur le même plan et se distinguent plutôt par la disposition de leur protoplasma et de leurs noyaux que par leur forme (fig. 146); les antipodes situés côte à côte, à la base, sont reliés à l'appareil femelle par une épaisse bande protoplasmique, qui englobe le gros noyau secondaire du sac embryonnaire et contient de nombreux grains amylacés.

Caprifoliacées. — Chez ces plantes, le nucelle n'a pas la même structure que dans la plupart des Gamopétales. La cellule sous-épidermique axile, qui doit se diviser, est plus petite et le tissu sous-jacent plus développé dès l'origine. Dans le *Lonicera Standishii*, il y a parfois quatre assises cellulaires au-dessous d'elle (fig. 147); mais, dans la majorité des cas seulement trois, comme l'indiquent les autres figures, avant la division des noyaux dans le jeune sac embryonnaire.

La cellule sous-épidermique axile doit être considérée comme la cellule mère; elle donne successivement trois cellules filles; l'inférieure est la plus grande et s'agrandit en sac embryonnaire (fig. 148-149); les cloisons qui les séparent sont

peu épaisses. Les espèces voisines m'ont présenté le même mode de partition. L'épiderme du nucelle persiste jusqu'à la division du noyau primaire.

Le sac embryonnaire est bientôt en contact avec l'assise interne du tégument, sauf à la base, où le nucelle, au lieu de se détruire, s'accroît sensiblement en longueur. La cellule du sac étant régulièrement superposée, dans le jeune âge, à l'assise centrale du nucelle (fig. 148 et 149), on a pris, ici encore, pour des anticlines, les deux cellules du tissu nucellaire situées au-dessous du sac sur la ligne médiane.

Cependant on n'a pu méconnaître l'existence des antipodes chez les Caprifoliacées, ainsi que chez les Valérianées et les Dipsacées, qui ont été considérées, pour cette raison, comme des familles de passage entre les Dialypétales et les Gamopétales. Chez les Dipsacées, en effet, comme dans les deux autres familles, il eût été impossible de ne pas les apercevoir ; M. Strasburger les avait, d'ailleurs, très exactement figurés dans le *Scabiosa atropurpurea* (1). La figure 153 nous les montre déjà très développés, même avant la fusion des deux noyaux polaires, dans le sac embryonnaire du *Pterocephalus*, revêtu par l'assise interne caractéristique du tégument ovulaire. Le sac embryonnaire des *Scabiosa* présente le même aspect et la même forme régulière.

Composées. — Le *Senecio vulgaris* a été, comme on le sait, le point de départ des observations de M. Vesque sur l'origine du sac embryonnaire. Il n'est plus besoin aujourd'hui de venir confirmer les résultats si différents que l'étude de cette même plante a fournis à M. Strasburger ; les figures qu'il en a données sont d'une clarté et d'une exactitude parfaites (2). Pour se faire une idée de la marche du développement, beaucoup de représentants de ce vaste groupe peuvent être examinés avantageusement à l'aide de coupes à travers les ovules préalablement durcis.

Quelques-uns, comme le *Pyrethrum*, semblent faire excep-

(1) *Befr. u. Zellth.*, p. 474, pl. XXXV, fig. 5.
(2) *Angiospermen und Gymnospermen*, p. 9, pl. III, fig. 23-38.

tion à la règle générale concernant le développement du sac embryonnaire. Je n'ai pu, en raison de la saison avancée et de l'avortement des ovules dans les espèces de ce genre que j'ai examinées, répéter les observations de M. Marshall Ward sur le *Pyrethrum balsaminatum*, chez lequel le sac embryonnaire ne proviendrait pas de la cellule fille inférieure, qui deviendrait alors une anticline. Outre le *Senecio vulgaris* et le *S. crassifolius*, qui m'ont donné les mêmes résultats qu'à M. Strasburger, j'ai examiné plusieurs espèces appartenant aux genres *Conyza*, *Doronicum*, *Petasites*, *Tussilago*, *Tragopogon*, *Calendula*. La succession des différentes phases du développement est partout la même; mais le *Conyza ambigua* est remarquable entre toutes par l'augmentation constante du nombre normal des antipodes, phénomène encore inconnu chez les Gamopétales, et qui mérite une exposition quelque peu détaillée.

Le nucelle du *Conyza* est entièrement recouvert par le tégument au moment où la cellule mère allongée se divise dans sa partie médiane. La cloison formée devient très épaisse; les deux cellules filles primaires se partagent simultanément chacune en deux cellules filles secondaires séparées par des cloisons plus minces (fig. 154).

La cellule fille inférieure s'agrandit en refoulant celles qui la surmontent, ainsi que l'épiderme latéral du nucelle (fig. 155). Son noyau se divise avant la destruction complète de l'épiderme au sommet; une vacuole se produit à la base dans le protoplasma jusque-là uniformément réparti et finement granuleux. Bientôt les cellules épidermiques du sommet sont résorbées et le jeune sac embryonnaire n'est limité sur toute sa surface que par l'assise interne du tégument; une seconde vacuole apparaît au-dessus du noyau le plus élevé (fig. 156).

Les deux noyaux se divisent dans des plans légèrement obliques, souvent aussi parallèles (fig. 157); le sac embryonnaire s'incurve un peu au sommet, dans la direction du micropyle; l'un des noyaux de la paire supérieure en occupe la pointe,

ceux de la paire inférieure sont de même rapprochés l'un de l'autre et situés entre deux vacuoles.

Une nouvelle et dernière bipartition nucléaire se produit dans les deux groupes (fig. 158). On voit alors les deux synergides étroitement accolées et placées de chaque côté du plan de symétrie ; au-dessous d'elles et souvent du côté convexe du sac embryonnaire, l'oosphère située dans ce plan, et, du côté opposé, le noyau polaire supérieur. Les antipodes sont, dès leur formation, pourvues de membranes cellulaires très distinctes ; l'inférieure est toujours séparée des deux autres par une cloison horizontale, et son noyau se trouve au-dessus de la vacuole qu'on remarquait déjà auparavant à la base du sac embryonnaire. Dans la figure qui représente cette phase du développement, la cloison qui sépare les deux antipodes supérieures l'une de l'autre est invisible ; celle qui les surmonte est inclinée. Le noyau polaire adjacent est encore à la place où il a pris naissance.

Souvent les antipodes sont superposées et séparées par des cloisons légèrement courbées vers le haut ; c'est le cas de la figure 160, où l'antipode inférieure s'est même divisée par une cloison qui occupe la place de la vacuole primitive. Le noyau polaire inférieur commence à s'avancer vers le haut, dans la couche de protoplasma qui revêt la paroi du sac embryonnaire.

Dans la figure 161, les synergides se sont allongées en pointe au sommet ; le noyau de l'oosphère est devenu plus gros que le leur ; le noyau polaire inférieur est parvenu au contact du noyau polaire supérieur resté en place. On constate également que l'une des deux antipodes supérieures, celle de gauche, s'est divisée en deux cellules, contre la paroi du sac embryonnaire.

La figure 162 nous montre un sac embryonnaire avec quatre antipodes régulièrement superposées : les cloisons sont fortement gonflées, les noyaux assez gros.

Un sac embryonnaire plus avancé en âge (fig. 163), pris dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie, renferme six cel-

lules antipodes nées par bipartition de chacune des trois cellules primitives; le sac embryonnaire se renfle légèrement à quelque distance de son extrémité inférieure.

Le nombre des antipodes augmente progressivement et forme un tissu dont l'origine ne peut être mise en évidence que par une étude attentive à partir du plus jeune âge. L'observation d'états intermédiaires pourrait, comme on le conçoit sans peine, faire croire à la présence de véritables anticlines, si l'on omettait quelque phase du développement.

Les cloisons affectent des directions variables. Quelques-uns des noyaux possèdent plusieurs nucléoles et sont proches du phénomène de la division, soit qu'il vienne d'avoir lieu, soit qu'il soit sur le point de se produire (fig. 164). Dans la figure 165, on remarque une plaque cellulaire encore incomplète à l'équateur d'un tonneau nucléaire. Le gonflement des cloisons varie suivant la partie du tissu considérée; dans le cas actuel il est plus marqué vers le haut. Je n'ai pas trouvé de sac embryonnaire où le nombre des cellules fût plus élevé; le sac embryonnaire est parvenu, en effet, à son entier développement.

La fusion des noyaux polaires, encore incomplète dans les figures 163 et 164, a donné un noyau secondaire volumineux, toujours très rapproché de l'appareil sexuel. L'oosphère s'est allongée en augmentant de volume; les synergides, dont les noyaux n'ont pas grossi, s'avancent vers le haut dans le micropyle.

Que devient après la fécondation le tissu formé par les antipodes? Persiste-t-il et continue-t-il à s'accroître? En me fondant sur des observations, peu nombreuses il est vrai, et que la saison avancée ne m'a pas permis de multiplier, ainsi que sur les phénomènes analogues que nous avons eu l'occasion de rencontrer, j'ai de bonnes raisons de croire qu'il ne concourt nullement à la production de l'endosperme, qu'on sait naître de la division du noyau secondaire du sac embryonnaire, et que son rôle est terminé.

J'ai représenté également le sac embryonnaire du *Doroni-*

cum caucasicum, dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie, pour montrer qu'à la partie inférieure il n'est pas en contact immédiat avec l'assise de revêtement. On y remarque trois antipodes superposées qui, dans ce genre comme dans la plupart des cas, ne subiront pas de divisions (fig. 166).

Chez les *Petasites albus* et *P. niveus*, l'antipode inférieure peut se diviser dans le cours du développement; la figure 167 représente un sac embryonnaire à une époque antérieure à cette partition et à l'élargissement du sac dans sa partie médiane. Le même phénomène se présente aussi dans le *Tussilago*, où la disposition des antipodes est différente, comme l'indique la figure 168, prise après la formation du noyau secondaire du sac embryonnaire.

Lobéliacées. — Je n'ai observé, dans le *Lobelia erinus*, que trois cellules filles dans la cellule mère (fig. 169-172). Il est possible qu'il s'en forme quatre, comme dans les espèces voisines; en tout cas, le développement de la dernière cellule fille est manifeste dans les figures 171 et 172, où les deux cloisons séparatrices des deux cellules supérieures sont encore bien visibles, malgré la gélification du contenu de ces dernières.

Le noyau de la cellule du sac se divise avant la résorption complète des cellules supérieures; l'épiderme du nucelle ne tarde pas à disparaître et le sac embryonnaire se trouve en contact avec l'assise de revêtement qui ne l'entoure qu'incomplètement à une période plus avancée, comme dans les cas dont il a été fait mention et dans lesquels le sommet du sac et l'appareil femelle s'insinuent dans le micropyle.

Campanulacées. — La grande cellule mère allongée est comprise à sa partie inférieure entre les cellules de la base du nucelle, qui sont en petit nombre, mais se retrouvent encore au-dessous du sac embryonnaire définitivement constitué (fig. 174). Les cloisons des quatre cellules filles sont tantôt minces, tantôt gonflées; la figure 173 représente le refoulement des trois cellules filles supérieures dont les noyaux sont encore intacts. Les phases suivantes se succèdent comme dans

les cas précédents. Ici encore, on a pris pour anticlines des cellules du nucelle sous-jacentes à la cellule du sac embryonnaire.

Après la formation de l'appareil femelle, le sac embryonnaire s'allonge et s'élargit dans sa région supérieure ; les synergides s'avancent fort loin dans le micropyle (fig. 174) ; la fusion des noyaux polaires a lieu vers le centre, là où se termine l'assise de revêtement. Les antipodes, reposant à la base sur les quelques cellules du tissu nucellaire encore existantes, sont rarement en superposition régulière.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX.

Les observations qui précèdent nous permettent d'établir un certain nombre de conclusions, concernant à la fois l'origine du sac embryonnaire et les formations dont il est le siège.

I. — Le sac embryonnaire ne provient jamais de la fusion de deux cellules ; il est dû constamment à l'agrandissement d'une seule cellule.

Tout en étant généralement la cellule fille inférieure parmi celles qui naissent dans la cellule mère, la cellule qui s'agrandit en sac embryonnaire peut être aussi l'une des autres cellules filles, de sorte qu'une certaine équivalence tend à s'établir entre elles. Dans ce dernier cas seulement, il existe une ou plusieurs anticlines.

Tantôt la cellule axile sous-épidermique du nucelle se divise en donnant immédiatement au contact de l'épiderme une cellule apicale ou initiale de la calotte, et au-dessous une cellule subapicale ou cellule mère du sac embryonnaire ; tantôt elle est, dès l'origine, cette cellule mère.

Les deux cas se présentent chez les Monocotylédones et chez les Dicotylédones dialypétales ; mais chez les Gamopétales, le premier n'a pas encore été rencontré.

Chez les Monocotylédones, la cellule mère reste indivise ou se partage en un nombre variable de cellules filles. Il peut y avoir à l'origine deux cellules sous-épidermiques prédestinées,

mais une seule cellule mère se développe. Elle ne se divise pas dans le *Lilium*, le *Tulipa*, et devient directement sac embryonnaire. Elle donne deux cellules filles (*Cornucopiæ*, *Commelyna*, *Narcissus*, etc.), ou bien trois (*Tricyrtis*, *Yucca*, *Iris*, *Canna*, etc.), ou même quatre cellules filles secondaires (*Bilbergia*, plusieurs Graminées, d'après M. Fischer, *Hemerocallis*, *Tritonia*, etc., d'après M. Strasburger).

Chez les Dialypétales, plusieurs cellules mères peuvent se développer, et même dans un assez grand nombre de Rosacées, dans l'*Helianthemum* (Fischer), leur existence paraît constante; mais il n'y a finalement qu'un sac embryonnaire. La cellule mère donne naissance soit à trois cellules filles, formées en direction basipète (*Œnothera*, *Saxifraga*, *Berberis*, *Ceratocephalus*, *Clematis*, *Capsella*, etc.), soit à quatre cellules filles secondaires, nées par bipartition des cellules filles primaires (*Cuphea*, *Malva*, *Helleborus*, *Delphinium*, etc.), soit enfin à un plus grand nombre (jusqu'à six chez les Rosacées).

Chez les Gamopétales, la formation de quatre cellules filles secondaires paraît être le cas général (excepté *Lonicera*, souvent *Lobelia*, etc.).

Dans la plupart des Angiospermes, la cellule du sac est la cellule fille inférieure; cependant, cette règle présente des exceptions (*Agraphis*, *Loranthus*, *Rosa*, *Pyrethrum*, qui possèdent alors une ou plusieurs anticlines); il faut aussi tenir compte de la tendance qu'ont les autres cellules filles à jouer le même rôle. Cette tendance se manifeste par le développement qu'offrent parfois deux cellules adjacentes, dont le noyau se divise comme celui de la cellule du sac. Il en est ainsi dans le *Narcissus*, le *Melica*, le *Convallaria*, les Rosacées, ainsi que dans le *Cercis* et quelques Légumineuses, d'après mes recherches antérieures. Une certaine équivalence peut donc s'établir entre les cellules filles, comme l'ont montré les premiers MM. Treub et Mellink.

Les cloisons des cellules filles sont souvent, selon la remarque de M. Warming, épaisses, réfringentes et non sans analogie avec celles de l'anthère. Mais cet aspect et cette nature

ne sont-ils pas dus simplement à leur apparition toute récente ou à la rapidité de leur résorption ?

II. — Examinons maintenant les formations internes du sac embryonnaire.

Le nombre des cellules de l'appareil femelle et des antipodes, à part les exceptions connues (*Santalum*, *Gomphrena*, *Loranthus*), est remarquablement constant; mais leur disposition et leur manière d'être sont assez variables.

Chez les Monocotylédones, les synergides occupent le sommet du sac embryonnaire; elles sont dans la plupart des cas pourvues d'une vacuole et de forme ovoïde. L'oosphère s'insère soit à la même hauteur, au sommet (*Commelyna*, *Aloe*, *Narcissus*, *Canna*, *Ornithogalum*), soit plus bas, latéralement (*Cornucopiæ*, *Yucca*, *Crocus*, etc.). Les rapports des cellules sexuelles avec le plan de symétrie sont difficiles à préciser. Les antipodes restent souvent fort petites (*Tricyrtis*, *Yucca*, *Aloe*, etc.), ou bien deviennent presque aussi volumineuses que les cellules sexuelles (*Commelyna*, *Agraphis*, *Narcissus*, *Ruscus*); parfois même elles se divisent (Graminées). La fusion des noyaux polaires a lieu le plus souvent vers le centre du sac embryonnaire, rarement vers le haut (*Cornucopiæ*).

Chez les Dicotylédones dialypétales, les synergides placées au sommet sont rarement dépourvues de vacuole à l'âge adulte. L'oosphère se distingue par son noyau situé à la base; elle a une insertion latérale et descend généralement beaucoup plus bas que les deux cellules précédentes. Les antipodes sont tantôt petites (*Saxifraga*, *Mesembrianthemum*, Caryophyllées, Crucifères), tantôt volumineuses (Nyctaginées, Renonculacées, *Anoda*). La fusion des noyaux polaires s'effectue vers le centre dans les *Ribes*, Renonculacées, *Mahonia*, *Ruta*, *Polygala*, etc.; vers le haut dans les Rosacées, *Œnothera*, *Cuphea*, *Silene*, *Capsella*, *Sida*, etc.

Chez les Gamopétales, les synergides, placées de chaque côté du plan de symétrie, ont une forme caractéristique; dans la plupart des cas, elles s'allongent et se rétrécissent en pointe au sommet; leur vacuole est volumineuse. L'oosphère s'insère

toujours latéralement et possède un noyau plus gros que celui des synergides; on détermine facilement sa position dans le plan de symétrie. Les antipodes sont rarement situées au même niveau (*Cestrum*, *Pterocephalus*, *Lonicera*) ; plus souvent superposées et pouvant parfois se multiplier et former un tissu de nature spéciale (*Conyza*). Les noyaux polaires se fusionnent vers le centre (*Jasminum*, *Lophospermum*, *Cestrum*, *Pterocephalus*, *Lonicera*, etc.), ou vers le haut, au voisinage de l'oosphère (Composées).

Cette fusion remarquable des noyaux polaires détachés des deux groupes cellulaires du sac embryonnaire constitue, comme il fut facile d'en faire la remarque dès la découverte de M. Strasburger, un argument très sérieux contre l'hypothèse de M. Warming. Nous savons comment on a tenté de l'expliquer par la fusion préalable de deux cellules en une seule. Mais tout autre est l'origine du sac embryonnaire, et il faut chercher ailleurs les liens susceptibles de rattacher les Angiospermes aux Gymnospermes et aux Cryptogames. Jetons, pour terminer, un coup d'œil rapide sur les phénomènes de la reproduction sexuée dans les différents groupes, et recherchons leurs véritables homologies.

APERÇU THÉORIQUE.

Plus on s'élève dans la série des Cryptogames, plus s'accentue la différence des sexes, et plus grande aussi est la réduction présentée par la génération sexuée.

Dans les Fougères et les Prêles, les prothalles sont tous issus de spores semblables et portent les anthéridies et les archégones; dans les Rhizocarpées et certaines Lycopodiacées, la double nature des spores indique à l'avance la séparation des sexes. Cependant on observe déjà, chez les premières, une tendance à la diœcie, car le prothalle de l'Osmonde ne porte souvent que des anthéridies; dans tous les cas, la génération sexuée, représentée par lui, a une existence indépendante.

Il n'en est plus de même chez les Rhizocarpées ; la séparation des sexes est portée beaucoup plus loin : le sporocarpe du *Marsilia* et du *Pilularia* est bisexué et porte à la fois les microsporanges et les macrosporanges; celui du *Salvinia* est unisexué.

Le prothalle femelle, issu de la macrospore, se montre comme un petit appendice, d'abord contenu dans son intérieur et plus tard nourri par elle quand il se développe au dehors; dans plusieurs Lycopodiacées, il s'accroît à l'intérieur même de la macrospore, dont la membrane se rompt pour l'amener au jour.

Le prothalle mâle, issu de la microspore, se réduit lui-même de plus en plus. La microspore du *Salvinia*, renfermée dans le sporange, développe son endospore en un tube qui perce la paroi de ce dernier et se cloisonne pour donner une cellule terminale constituant l'anthéridie, qui bientôt se partage en deux cellules produisant chacune quatre cellules mères d'anthérozoïdes. Le prothalle mâle est donc très rudimentaire.

Dans les *Marsilia* et *Pilularia*, les anthérozoïdes sont produits à l'intérieur même de la microspore. Le contenu protoplasmique de cette dernière se contracte et se divise en huit cellules primordiales, qui se partagent ensuite chacune en quatre et fournissent trente-deux cellules mères d'anthérozoïdes. M. Millardet considère comme anthéridie ce corps pluricellulaire, tandis que l'espace compris entre lui et l'endospore et plein d'un suc pourvu de nombreux grains amylacés, constitue le rudiment d'un prothalle mâle.

Ce savant a ainsi établi ce fait important, au point de vue de l'affinité des Cryptogames supérieures avec les Phanérogames, que le contenu de la microspore ne se change pas tout entier, comme on l'avait cru, en cellules mères d'anthérozoïdes.

La microspore de l'*Isoetes* se partage, à la germination, en deux cellules inégales, une petite stérile et une grande fertile occupant tout le reste de la capacité interne. La première a

une enveloppe de cellulose et ne subit pas de changement notable : la seconde, au contraire, se divise en quatre cellules primordiales dépourvues de membranes cellulosiques et dont les deux ventrales produisent, selon cet auteur, chacune deux cellules mères d'anthérozoïdes.

Dans les *Selaginella*, M. Pfeffer a reconnu de même la formation d'une petite cellule stérile et d'une grande cellule fertile qui se partage en six ou huit cellules primordiales produisant les anthérozoïdes.

Si maintenant, des plantes qui précèdent, on s'élève aux Gymnospermes, on remarque que les microspores ou grains de pollen se forment dans les microsporanges ou sacs polliniques séparés, soit sur la même plante, soit sur des plantes différentes.

Le grain de pollen, dans lequel M. Strasburger a démontré, contrairement aux assertions de Schacht, l'existence d'une seule partition, présente une étroite parenté avec la microspore des Sélaginelles. L'une des deux cellules s'allonge en tube pollinique et représente une anthéridie ; l'autre est l'équivalent d'un prothalle mâle rudimentaire. Les cellules nues, observées jadis par Hofmeister et plus récemment par M. Strasburger, à l'extrémité du boyau pollinique, peuvent être comparées à des cellules mères d'anthérozoïdes. L'analogie se poursuit donc ici jusque dans les détails.

Elle est encore plus évidente si l'on examine le mode de formation des microspores des Cryptogames et celui des grains de pollen des Gymnospermes. Le sac pollinique présente à la fois, dans ses propriétés morphologiques et anatomiques, de frappantes analogies avec le sporange des Cryptogames. Dans le sac pollinique, comme dans le sporange, les cellules mères naissent par isolement de cellules d'abord réunies en tissu et se divisent en quatre. Les Gymnospermes se montrent intermédiaires entre les Cryptogames et les Angiospermes, car les sacs polliniques des Cycadées et de certaines Conifères rappellent immédiatement, par leur forme et leur disposition, les sporanges de certaines Cryptogames vasculaires. M. Treub

a pu constater, récemment encore (1), que le développement des sacs polliniques du *Zamia muricata* présente de nombreux points de ressemblance avec les indications données par M. Goebel sur l'évolution des sporanges (2).

Les observations de M. Strasburger et de M. Elfving nous ont fait connaître aussi l'existence d'une division dans le grain de pollen des Angiospermes (3). Il s'y forme deux cellules, l'une appelée cellule végétative, pouvant produire par des divisions ultérieures un prothalle de deux ou trois cellules : l'autre, plus grande, qui formera le tube pollinique, et dont le noyau ne paraît se diviser, dans les cas observés jusqu'à ce jour, que chez les Cypéracées. Ce noyau se rend à l'extrémité du tube et semble jouer le rôle le plus important dans la fécondation ; souvent aussi, celui de la petite cellule s'introduit dans le tube après la résorption de la mince cloison qui le séparait de la grande cellule.

Les découvertes récentes ont ainsi montré que les phénomènes présentés par l'organe mâle des Angiospermes se rapprochent beaucoup plus qu'on ne l'avait pensé de ceux qu'on observe chez les Gymnospermes et les Cryptogames vasculaires.

Peut-on de même établir l'homologie des organes femelles de ces trois groupes ?

Chez les Cryptogames, la macrospore des Rhizocarpées produit à son intérieur, aux dépens d'une petite portion de protoplasma, un prothalle femelle qui ne s'échappe que plus tard et partiellement de la cavité.

Dans le *Salvinia*, ce prothalle est formé d'un tissu relativement assez abondant et riche en chlorophylle, qui perce les membranes de la papille de la spore et montre à l'extérieur

(1) M. Treub, *Recherches sur les Cycadées* (*Annales des sciences nat.*, 6e série, *Bot.*, XII, p. 212, 1881).

(2) K. Goebel, *Beitr. zur vergl. Entwickel. Gesch. der Sporangien* (*Bot. Zeit.*, 1880, nos 32, 33.)

(3) Fr. Elfving, *Studien über die Pollenkörner d. Angiosp.* (*Jenaische Zeitschrift*, t. XIII, 1879).

une surface convexe. Il est séparé de la cavité sous-jacente par une lamelle de cellulose, ou diaphragme, se rattachant circulairement au pourtour de l'endospore. Plusieurs archégones naissent dans le tissu, sous forme d'une cellule centrale recouverte par quatre cellules superficielles, qui se subdivisent pour donner les cellules de fermeture et le col de l'archégone.

Dans le *Marsilia* et le *Pilularia*, le prothalle femelle est extrêmement réduit ; il s'échappe aussi par la papille terminale de la macrospore, tout en demeurant caché au fond de l'entonnoir formé par les couches membraneuses externes. Il ne s'y produit qu'un seul archégone, dont le col fait bientôt saillie au dehors.

Chez les Lycopodiacées, le prothalle femelle est, à un plus haut degré encore que chez les Rhizocarpées, une formation endogène. Il affecte une ressemblance encore plus grande avec celui qu'on rencontrera chez les Gymnospermes et même chez les Angiospermes.

La macrospore de l'*Isoetes* se remplit d'un tissu cellulaire qui, en se développant, détermine la rupture des membranes de la spore. Un archégone apparaît alors dans la partie du prothalle amenée au jour; il peut, s'il n'est pas fécondé, être suivi de plusieurs autres.

La macrospore des *Selaginella* offre déjà dans le sporange un tissu de petites cellules, courbé en forme de ménisque et constituant le prothalle proprement dit. Mais bientôt il se forme au-dessous du prothalle, dans la cavité même de la spore, un nouveau tissu qu'on a cru pouvoir comparer à l'endosperme des Angiospermes, en raison de l'époque de son apparition. La formation des archégones dans le prothalle commence avant la rupture de l'exospore.

Les Gymnospermes présentent de grandes analogies avec ces dernières plantes. Le sac embryonnaire ou macrospore donne naissance à un endosperme ou prothalle (différent, par conséquent, de ce qu'on appele endosperme chez les Sélaginelles) produisant les corpuscules ou archégones, qui restent enfermés dans la macrospore. L'archégone consiste en une cellule

centrale, surmontée d'une ou deux assises de quatre cellules; chez les Abiétinées, cette cellule se divise, d'après M. Strasburger, pour donner une cellule de canal au-dessus de l'oosphère. L'homologie entre le sac embryonnaire des Gymnospermes et la macrospore semble donc parfaitement fondée.

En cherchant à établir une semblable comparaison avec les Angiospermes, on avait pu reconnaître que le sac embryonnaire ne donne pas un endosperme de même nature morphologique que celui des Gymnospermes. Les Angiospermes paraissent se rapprocher davantage des Sélaginelles, en raison du tissu spécial formé après le prothalle et existant avec lui au moment de la fécondation. Ce tissu semblait être l'équivalent de l'albumen, qui naît après la fécondation dans les Monocotylédones et les Dicotylédones, chez lesquelles, par suite d'une réduction portée au dernier degré, le prothalle ne serait représenté que par les vésicules antipodes; les vésicules embryonnaires seraient des archégones, composées uniquement de la cellule centrale ou bien réduites à l'oosphère. Le sac embryonnaire étant considéré comme la macrospore, le nucelle devenait l'équivalent du macrosporange.

Mais ces homologies parurent tout à coup inacceptables quand M. Strasburger découvrit les phénomènes qui se passent dans le sac embryonnaire. La division des noyaux diffère entièrement de ce qu'on observe dans les Gymnospermes; une opposition complète se manifeste entre les noyaux qui occupent les deux extrémités du sac; les synergides ont une tout autre origine que la cellule de canal des archégones, et c'est à peine si l'opposition des deux groupes nucléaires est atténuée par la fusion des deux noyaux polaires en un noyau secondaire du sac embryonnaire.

Aussi n'est-il pas étonnant que M. Warming ait essayé de rétablir les liens qui paraissaient brisés par cette découverte, en prenant pour point de départ l'homologie du sac à pollen et du microsporange, basée sur les caractères histologiques et morphologiques. Le nucelle étant l'homologue du macrosporange, les cellules mères primordiales doivent, dans l'un comme

dans l'autre, se diviser en cellules mères spéciales qui produiront chacune une tétrade de spores. Les vésicules embryonnaires et les antipodes sont des spores ; la spore ne germe pas : il ne se développe ni prothalle ni archégone ; l'une des spores devient l'oosphère ; il y a donc un raccourcissement considérable de la génération sexuée.

Mais, malgré l'appui que les observations de M. Vesque ont paru fournir à cette hypothèse, nous savons que de telles homologies sont dénuées de fondement. L'opinion, émise par M. Strasburger dans son dernier ouvrage, reste jusqu'à ce jour la plus rationnelle.

Le sac embryonnaire est assimilable à une macrospore. Le prothalle, qui se forme dans la spore, est représenté, chez les Gymnospermes, par l'endosperme ; chez les Angiospermes, par les cellules de l'appareil sexuel, les antipodes, et les deux noyaux polaires. Les cellules endospermiques peuvent s'adapter à des fonctions spéciales. Chez les Gymnospermes, l'une d'elles forme un archégone rudimentaire, et même, chez le *Welwitschia*, elle devient directement oosphère. Cette réduction de l'archégone se continue chez les Angiospermes : les synergides, naissant en même temps que l'oosphère, ne peuvent pas être comparées aux cellules de canal des archégones ; ce sont des cellules endospermiques, qui, par une adaptation à une fonction nouvelle, ont acquis une forme et une place spéciales. Enfin, l'albumen, qui naît après la fécondation par la division du noyau secondaire du sac embryonnaire, n'est que la reprise d'un développement interrompu.

EXPLICATION DES PLANCHES.

(Les chiffres placés entre parenthèses indiquent le grossissement.)

PLANCHE III.

Fig. 1-6. *Cornucopiæ nocturnum* (220).

Fig. 1. Nucelle après le dédoublement de la cellule axile sous-épidermique.

Fig. 2. Cellule mère partagée au centre par une cloison un peu épaissie.

Fig. 3. Destruction de la cellule apicale, représentant la calotte. La cellule du sac a divisé son noyau.

Fig. 4. Les deux synergides n'ont pas encore de vacuole; l'oosphère est insérée plus bas, latéralement; les noyaux polaires sont encore en place; les antipodes ont une membrane cellulaire.

Fig. 5. Sac embryonnaire avant la fusion des noyaux polaires; le noyau inférieur a remonté vers le noyau supérieur; les synergides ont leurs vacuoles.

Fig. 6. Sac embryonnaire adulte, montrant la disposition des cellules de l'appareil femelle, la fusion des noyaux polaires à côté de l'oosphère, la position et les noyaux des antipodes.

Fig. 7-11. *Commelyna stricta* (220).

Fig. 7. Nucelle avant la division de la cellule axile sous-épidermique.

Fig. 8. Division de la cellule sous-épidermique, ou cellule mère, en deux cellules filles inégales.

Fig. 9. Gélification de la cellule fille supérieure. Les deux noyaux du sac sont en division aux deux extrémités.

Fig. 10. Formation complète des noyaux du sac embryonnaire.

Fig. 11. Sac embryonnaire adulte. Les cellules sexuelles sont insérées sensiblement au même niveau. Fusion polaire centrale.

Fig. 12-15. *Tricyrtis hirta* (280).

Fig. 12. La cellule sous-épidermique est ici la cellule mère et divise son noyau.

Fig. 13. La cloison formée est plus proche du sommet; la cellule fille inférieure se divisera encore une fois.

Fig. 14. Après la formation d'une deuxième cloison, la cellule du sac refoule les deux cellules superposées.

Fig. 15. Sac embryonnaire avant la fusion des noyaux polaires, offrant encore au sommet quelques cellules épidermiques du nucelle; les antipodes ne présentent pas de membrane cellulaire.

Fig. 16 25. *Yucca gloriosa* (240).

Fig. 16. Nucelle au moment de l'apparition du tégument interne. La cellule axile sous-épidermique a donné l'initiale de la calotte et la cellule mère.

Fig. 17. La calotte est formée de deux cellules collatérales; la cellule mère est indivise.

Fig. 18. Deux cellules filles sont nées dans la cellule mère, qui s'est partagée au centre par une cloison épaissie.

Fig. 19. La calotte est réduite à sa cellule initiale; son contenu est granuleux comme celui des cellules filles.

Fig. 20. La cellule apicale s'est divisée transversalement par une cloison réfringente; la cellule mère a donné deux cellules filles séparées par une épaisse cloison à convexité inférieure.

Fig. 21. La cellule de gauche de la calotte s'est segmentée horizontalement. La cellule mère a formé successivement deux cloisons en direction basipète.

Fig. 22. Gélification de l'unique cellule de la calotte. Les cellules filles sont plus volumineuses que dans la figure précédente.

Fig. 23. La cellule du sac, inférieure, a refoulé celles qui la surmontent et divisé son noyau.

Fig. 24. Sac embryonnaire avec deux noyaux à chaque extrémité, séparés par une vacuole.

Fig. 25. Sac embryonnaire avant l'âge adulte : la synergide de droite offre déjà une vacuole sous son noyau ; l'oosphère est insérée plus bas, latéralement ; les antipodes n'offrent pas de membrane cellulaire ; le noyau polaire inférieur n'a pas encore commencé sa marche vers le haut.

Fig. 26-28. *Agraphis campanulata* (220).

Fig. 26. Nucelle pourvu d'une calotte très épaisse et accru surtout dans la région supérieure. La cellule mère, profondément située, s'est divisée en deux cellules filles ; la cellule fille supérieure plus grande est la cellule du sac, elle a divisé son noyau ; l'inférieure est une anticline.

Fig. 27. Chacun des noyaux est en division dans les deux cellules.

Fig. 28. Sac embryonnaire après la formation complète des noyaux ; l'anticline en possède quatre ; les deux noyaux polaires se rapprochent pour se confondre.

Fig. 29-34. *Ornithogalum pyrenaicum* (280).

Fig. 29. Le nucelle offre deux cellules prédestinées plus grandes que les autres.

Fig. 30. Il existe une calotte de deux cellules collatérales. La cellule mère divise son noyau.

Fig. 31. Une cloison ondulée et épaisse s'est formée vers le centre de la cellule mère. La cellule de droite de la calotte s'est divisée transversalement.

Fig. 32. La calotte est formée de quatre cellules. La cellule du sac a refoulé la cellule fille supérieure et divisé son noyau ; les filaments connectifs sont encore visibles au contact des deux nouveaux noyaux, qui seront bientôt séparés par une vacuole.

Fig. 33. Sac embryonnaire après la formation des deux groupes de noyaux.

Fig. 34. *Aloe sinensis*. Sac embryonnaire adulte, montrant au sommet, sur le même plan, les synergides et l'oosphère ; les antipodes sont réduites à l'état de noyaux. La fusion des noyaux polaires a lieu vers la base.

PLANCHE IV.

Fig. 35-37. *Narcissus micranthus* (220).

Fig. 35. La cellule mère sous-épidermique s'est divisée en deux cellules inégales qui contiennent chacune deux noyaux. L'inférieure est la cellule du sac.

Fig. 36. Refoulement de la cellule supérieure ; les deux noyaux de la cellule inférieure sont en division.

Fig. 37. Sac embryonnaire presque adulte. L'oosphère est insérée à droite au même niveau que les synergides ; elle s'en distingue par l'absence de vacuole. Les antipodes sont très développées.

Fig. 38. *Crocus sativus* (220). Les synergides sont allongées en pointe et occupent le sommet du sac ; les stries ne sont pas nettement visibles. L'oosphère est latérale, la fusion des noyaux polaires incomplète.

Fig. 39-42. *Canna indica* (220).

Fig. 39. La calotte présente deux cellules; la cellule mère a donné trois cellules filles.

Fig. 40. Refoulement des deux cellules filles supérieures et de la calotte; le sac embryonnaire contient déjà quatre noyaux.

Fig. 41. L'appareil sexuel est complet; les synergides et l'oosphère possèdent une très mince membrane; les noyaux polaires sont encore à leur place primitive.

Fig. 42. Sac embryonnaire adulte : l'oosphère est au premier plan, largement insérée au sommet à côté des synergides; la fusion des noyaux polaires est centrale.

Fig. 43-47. *Eriobotrya japonica* (220).

Fig. 43. Nucelle présentant trois cellules mères subdivisées chacune en trois cellules filles; les cloisons sont épaissies et le protoplasma granuleux; la cellule mère axile est surmontée d'une calotte unicellulaire.

Fig. 44. L'épiderme du nucelle se dédouble au sommet. La cellule fille inférieure de la série axile a divisé son noyau et commence à comprimer les cellules voisines.

Fig. 45. L'avant-dernière cellule fille de la série axile se développe en sac embryonnaire; au-dessous d'elle est une anticline.

Fig. 46. Sac embryonnaire presque adulte. A droite est une cellule pourvue de deux noyaux, qui représente une cellule fille de la série latérale.

Fig. 47. Sac embryonnaire surmontant deux anticlines; à gauche est une cellule encore intacte. La fusion des noyaux polaires se fera vers l'appareil femelle. L'oosphère allongée s'insère au sommet; les synergides ont une grande vacuole; les antipodes sont très développées.

Fig. 48-51. *Œnothera tetraptera* (220).

Fig. 48. Nucelle avec la cellule axile prédestinée.

Fig. 49. Calotte de deux cellules; cellule mère divisée en trois cellules filles.

Fig. 50. Refoulement des deux cellules filles supérieures.

Fig. 51. Sac embryonnaire avant la fusion des noyaux polaires. Les antipodes sont peu développées.

Fig. 52-58. *Cuphea Jorullensis* (220).

Fig. 52. Nucelle avec la cellule du sac située profondément vers la base ; la calotte se compose de trois cellules allongées.

Fig. 53. Cellule du sac plus grande, avant la destruction complète de celles qui la surmontent.

Fig. 54. Division des deux noyaux du sac aux deux extrémités.

Fig. 55. Sac embryonnaire surmonté d'un tissu épais; deux noyaux sont à chaque extrémité.

Fig. 56. Sac embryonnaire aussitôt après la formation des huit noyaux. Les

cellules sexuelles sont déjà assez grosses; l'oosphère est accolée à droite contre la paroi, au-dessous des synergides.

Fig. 57. Sac embryonnaire après la destruction du tissu superposé. Les synergides n'offrent pas encore de vacuole; l'oosphère est insérée à côté d'elles vers le sommet. Le noyau polaire inférieur a franchi toute la distance qui le séparait du noyau supérieur.

Fig. 58. État plus avancé de l'appareil femelle; les synergides ont formé leur vacuole. L'insertion de l'oosphère est apicale; la fusion polaire est très tardive.

Fig. 59-61. *Mesembrianthemum Ecklonis* (220).

Fig. 59. Nucelle avant la division de la cellule axile sous-épidermique.

Fig. 60. La cellule mère a donné deux cellules filles inégales séparées par une cloison épaissie au centre.

Fig. 61. Une nouvelle cloison s'est formée dans la cellule mère; le nombre des divisions est achevé.

Fig. 62-67. *Silene obtusifolia* (220).

Fig. 62. Nucelle avec les deux téguments encore peu développés. La calotte se compose de deux cellules; la cellule mère est indivise.

Fig. 63. Coupe du nucelle et des téguments au moment de l'agrandissement de la cellule du sac.

Fig. 64. Sac embryonnaire avec ses deux groupes de cellules.

Fig. 65. Le sac embryonnaire s'allonge en pointe au sommet; le noyau polaire inférieur s'avance pour se fusionner avec celui du haut. L'oosphère est déjà distincte des synergides par sa longueur plus prononcée.

Fig. 66. Sac embryonnaire plus âgé; l'oosphère est à gauche avec le noyau à la base; les vacuoles se sont formées dans les synergides.

Fig. 67. Sac embryonnaire adulte, après la fusion des noyaux polaires; le noyau de l'oosphère a grossi notablement; ceux des synergides sont petits. Les antipodes sont en voie de résorption.

PLANCHE V.

Fig. 68. *Mirabilis Jalapa* (180). Sac embryonnaire contenant, à la base, des antipodes à gros noyaux et à parois épaisses.

Fig. 69-80. *Clematis cirrhosa* (280, sauf fig. 74, dont le grossissement est de 40).

Fig. 69. Nucelle très jeune offrant sous l'épiderme une cellule axile un peu plus grande que ses voisines. Cette cellule est la cellule mère.

Fig. 70. La cellule mère s'est divisée transversalement, son contenu est granuleux; les cellules latérales se segmentent tangentiellement.

Fig. 71. Une nouvelle division s'est opérée au-dessous de la première dans la cellule mère.

Fig. 72. Nucelle entouré partiellement par l'unique tégument ovulaire.

Fig. 73. Les deux cellules filles supérieures sont comprimées par le tissu latéral du nucelle; le noyau de la cellule du sac s'est déjà divisé.

Fig. 74. Coupe longitudinale d'un ovaire renfermant un ovule normalement accru et deux ovules arrêtés dans leur développement.

Fig. 75. Le plus gros de ces deux derniers ovules, toujours dépourvu de tégument, offre sous l'épiderme nucellaire deux grandes cellules dont l'une contient quatre noyaux et ressemble à un sac embryonnaire en voie de développement.

Fig. 76. Ovule avorté, au sommet du carpelle, presque réduit à son extrémité nucellaire et présentant une seule cellule pourvue de quatre noyaux.

Fig. 77. Sac embryonnaire après la division des deux noyaux à chaque extrémité.

Fig. 78. Sac embryonnaire après la constitution définitive de l'appareil interne. Les synergides et l'oosphère sont pourvues d'une mince membrane; les antipodes sont encore assez réduites; les noyaux polaires se sont déjà rapprochés.

Fig. 79. Sac embryonnaire plus âgé; une vacuole s'est formée dans la synergide de droite; l'oosphère s'allonge sensiblement; la fusion des noyaux polaires n'a pas encore eu lieu. Les antipodes, situées sur un même plan au fond du sac, offrent déjà chacune deux noyaux accolés.

Fig. 80. Appareil femelle adulte, présentant les dimensions et la position respectives des cellules. Les synergides possèdent une grande vacuole; l'oosphère, très allongée, plus étroite à la base qu'au sommet, a toujours son noyau à l'extrémité inférieure, surmonté d'un protoplasma raréfié ou même d'une vacuole.

Fig. 81-83. *Helleborus fœtidus* (220).

Fig. 81. Nucelle montrant la cellule mère subdivisée en trois cellules filles, dont l'inférieure contient un noyau qui est lui-même en division. Les cellules épidermiques du sommet se sont dédoublées tangentiellement. Il n'y a pas de calotte.

Fig. 82. Il existe une calotte de deux cellules collatérales. La cellule du sac commence à s'agrandir.

Fig. 83. Gélification et compression exercée par le tissu latéral du nucelle sur les cellules filles superposées à la cellule du sac; cette dernière a divisé son noyau et se développe en sac embryonnaire.

Fig. 84. *Eranthis hiemalis* (220). Sac embryonnaire quelque temps avant l'état adulte, montrant la position et l'insertion de l'oosphère. La fusion des noyaux polaires vient d'avoir lieu.

Fig. 85-86. *Hepatica triloba* (320).

Fig. 85. Sac embryonnaire adulte offrant au sommet l'oosphère allongée et les synergides avec vacuole; les antipodes ont pris un grand développement: celle du premier plan est seule visible entièrement et possède quatre noyaux accolés formés par fragmentation. Le gros noyau secondaire du sac embryonnaire est situé dans le voisinage des antipodes par suite de l'accroissement qu'elles ont pris.

Fig. 86. Trois antipodes à un âge plus avancé. Le noyau de l'antérieure s'est partagé en six fragments arrondis dont deux offrent plusieurs nucléoles.

Fig. 87-89. *Mahonia indica* (280).

Fig. 87. La cellule axile sous-épidermique a donné l'initiale de la calotte et la cellule mère.

Fig. 88. La cellule mère s'est divisée en trois cellules filles, en direction basipète; la calotte est formée de quatre cellules.

Fig. 89. Sac embryonnaire après la formation complète de ses éléments. La fusion des noyaux polaires a lieu contre la paroi.

Fig. 90-101. *Capsella Bursa-pastoris* (340).

Fig. 90. Nucelle au moment de l'apparition du tégument interne. La cellule mère termine la série axile.

Fig. 91. Nucelle offrant deux cellules mères, dont l'une est déjà plus grande que sa voisine.

Fig. 92. Premier cloisonnement de la cellule mère; la cellule fille inférieure s'agrandit.

Fig. 93. Une seconde cloison s'est formée dans la cellule fille inférieure; les cloisons sont légèrement courbées vers le haut.

Fig. 94. Refoulement des deux cellules filles supérieures, dont les cloisons ne sont pas encore résorbées. Le nucelle s'incurve de plus en plus.

Fig. 95. Développement anormal, consistant en ce que la cellule fille supérieure a subi un cloisonnement longitudinal; l'inférieure contient déjà quatre noyaux.

Fig. 96. Destruction de l'épiderme au sommet et sur les côtés; le sac embryonnaire contient deux noyaux séparés par une vacuole.

Fig. 97. Chaque noyau se divise aux deux extrémités.

Fig. 98. Coupe d'un ovule passant par le plan de symétrie, destinée à montrer les rapports des différentes parties constitutives au moment de la constitution définitive de l'appareil sexuel.

Fig. 99. Sac embryonnaire présentant la disposition de ses éléments aussitôt après la dernière division des noyaux.

Fig. 100. État plus âgé; les synergides se sont allongées et forment leurs vacuoles; l'oosphère, déjà très grosse, descend au-dessous d'elles; les antipodes sont presque méconnaissables; les noyaux polaires se rapprochent.

Fig. 101. Sac embryonnaire adulte avec le tissu formant la base du nucelle. Le noyau de l'oosphère est volumineux; près d'elle, dans le protoplasma accumulé dans la moitié supérieure du sac, se trouve le noyau secondaire; les antipodes ne sont plus distinctes.

PLANCHE VI.

Fig. 102-108. *Ruta graveolens* (280).

Fig. 102. Nucelle avec la cellule mère encore indivise.

Fig. 103. La calotte est formée de trois cellules superposées. Une cloison s'est formée dans la cellule mère.

Fig. 104. La cellule fille supérieure se divise en deux nouvelles cellules.

Fig. 105. Aspect des trois cellules filles ainsi formées dans une cellule mère assez petite.

Fig. 106. Refoulement des deux cellules supérieures ; le noyau de la cellule du sac s'est divisé.

Fig. 107. Chaque noyau s'est divisé à son tour, une vacuole sépare les deux groupes.

Fig. 108. Sac embryonnaire adulte possédant deux synergides étroitement accolées et une longue oosphère rétrécie à la base; la fusion des noyaux polaires a eu lieu vers le centre; les antipodes sont disposées l'une au du sac, les deux autres plus haut et côte à côte.

Fig. 109-114. *Polygala myrtifolia* (280).

Fig. 109. La cellule mère a donné trois cellules filles; la calotte est formée deux cellules collatérales.

Fig. 110. Dédoublement de l'épiderme au sommet; calotte de quatre cellules La cellule du sac commence son évolution.

Fig. 111. Le noyau primaire s'est divisé avant la destruction du tissu superposé.

Fig. 112. Division des noyaux dans deux plans différents.

Fig. 113. Jeune sac embryonnaire aussitôt après l'achèvement des divisions internes.

Fig. 114. Sac embryonnaire presque adulte, recouvert par l'épiderme du nucelle dédoublé. L'oosphère latérale est dirigée obliquement; les noyaux polaires se rapprochent l'un de l'autre vers le centre du sac embryonnaire; les antipodes sont étroitement accolées sur deux plans dans la partie inférieure.

Fig. 115-116. *Ricinus communis* (280).

Fig. 115. La cellule mère, déjà divisée en trois cellules filles, est profondément située dans le tissu du nucelle dont l'épiderme se dédouble au sommet.

Fig. 116. Cloisonnement basipète de la cellule mère, surmontée d'une calotte composée de deux séries de cellules.

Fig. 117-121. *Anoda hastata* (280).

Fig. 117, 118. Cellule mère surmontée d'une calotte à segmentations variables.

Fig. 119. Sac embryonnaire offrant au sommet les trois cellules sexuelles presque semblables; au centre, les deux noyaux polaires accolés; à la base, les trois cellules antipodes.

Fig. 120. Sommet du sac embryonnaire destiné à montrer la différenciation des cellules de l'appareil femelle.

Fig. 121. Antipodes contenant chacun deux noyaux non séparés par des cloisons.

Fig. 122. *Sida arborea* (280). Sac embryonnaire avant la fusion des noyaux polaires au voisinage de l'oosphère. L'insertion de cette dernière est nettement latérale; les antipodes ne divisent pas leurs noyaux.

Fig. 123. *Malva Capensis* (280). La cellule mère a donné quatre cellules filles, dont l'inférieure commence son évolution. Il existe une petite calotte quadricellulaire.

Fig. 124-131. *Salvia pratensis* (310).

Fig. 124-126. Succession des divisions de la cellule mère.

Fig. 127. Les cloisons se courbent vers le haut; l'épiderme du nucelle se détruit au contact de la cellule du sac.

Fig. 128. Gélification complète de l'épiderme du nucelle; le noyau primaire du sac s'est divisé.

Fig. 129, 130. Division ultérieure des noyaux et disposition des cellules sexuelles et des antipodes aussitôt après leur formation.

Fig. 131. Les synergides ont atteint une longueur considérable; l'oosphère est située latéralement et beaucoup plus bas. Les antipodes sont à l'état de cellules assez développées. Dans sa partie inférieure, le sac embryonnaire est entouré par l'assise caractéristique de l'unique tégument.

Fig. 132-134. *Bignonia Capensis* (280). Succession des divisions de la cellule mère.

Fig. 135-137. *Jasminum grandiflorum* (300).

Fig. 135. Cellule mère divisée au centre par une cloison épaisse et ondulée.

Fig. 136. Division simultanée des deux cellules filles primaires.

Fig. 137. Sac embryonnaire presque adulte; insertion latérale de l'oosphère. Les noyaux d'antipodes sont dépourvus de membranes cellulaires.

Fig. 138. *Lophospermum erubescens* (320). Sac embryonnaire non adulte ressemblant au précédent; même disposition et mêmes caractères des cellules sexuelles et des antipodes.

Fig. 139, 140. *Borrago officinalis* (300). Nucelle avec quatre cellules filles secondaires; sac embryonnaire présentant des synergides sans vacuoles, avec une oosphère insérée, comme elles, au sommet, et plus allongée; les noyaux polaires viennent de se fusionner; les antipodes sont assez grosses et situées presque sur le même plan.

PLANCHE VII.

Fig. 141-144. *Nicotiana Tabacum* (320).

Fig. 141. Cellule mère présentant son noyau en division.

Fig. 142. Les deux cellules filles sont séparées par une cloison courbée vers le bas.

Fig. 143. La cellule fille inférieure seule s'est divisée.

Fig. 144. La cellule du sac refoule les trois cellules filles superposées.

Fig. 144-146. *Cestrum splendens* (320).

Fig. 145. Le sac embryonnaire prend une forme ovoïde; les cellules sexuelles sont entourées d'un protoplasma très abondant.

Fig. 146. Sac embryonnaire adulte : les synergides et l'oosphère sont insérées au même niveau ; il en est de même des antipodes ; le protoplasma qui entoure le gros noyau secondaire offre de nombreux grains amylacés.

Fig. 147-152. *Lonicera Standishii* (300).

Fig. 147. La cellule axile sous-épidermique du nucelle est encore indivise.

Fig. 148. Formation de deux cloisons séparant trois cellules filles, dont l'inférieure est la plus grande.

Fig. 149. Refoulement des deux cellules filles supérieures ; allongement du nucelle à la base.

Fig. 150. L'épiderme du nucelle a disparu ; le noyau primaire s'est divisé.

Fig. 151. Les deux noyaux formés à chaque extrémité se partagent dans deux plans presque parallèles.

Fig. 152. Jeune sac embryonnaire après la formation de l'appareil sexuel ; le tissu du nucelle n'est pas encore résorbé.

Fig. 153. *Pterocephalus* sp. (300). État presque adulte du sac embryonnaire, de forme ovoïde ; l'assise de revêtement l'entoure complètement ; il ne reste que quelques cellules du nucelle à la base.

Fig. 154-165. *Conyza ambigua* (320, sauf fig. 159 grossie 130 fois).

Fig. 154. Nucelle allongé après la formation des cellules filles secondaires. La cloison médiane, formée la première, est plus épaisse et plus réfringente que les deux autres.

Fig. 155. La cellule inférieure refoule les trois autres ; son noyau se divise ; il existe une vacuole à la base ; l'épiderme du nucelle est partiellement détruit.

Fig. 156. L'épiderme du nucelle a entièrement disparu. Le sac embryonnaire est en contact avec l'assise de revêtement ; une vacuole en occupe la partie inférieure.

Fig. 157. Chacun des noyaux s'est partagé ; la vacuole de la base persiste, il s'en est même formé une seconde entre les deux groupes de noyaux.

Fig. 158. Constitution définitive des éléments du sac embryonnaire. Les synergides sont logées dans la pointe rétrécie du sommet ; l'oosphère est accolée contre la paroi à gauche ; le quatrième noyau est à côté. La partie inférieure du sac est occupée par une vacuole ; au-dessus d'elle est une antipode séparée des deux autres par une cloison horizontale ; une cloison oblique sépare ces deux antipodes du noyau polaire encore à la place où il a pris naissance ; quant à la cloison qui les sépare elles-mêmes l'une de l'autre, elle n'est pas visible dans la figure.

Fig. 159. Coupe dans le plan de symétrie d'un ovule dont le sac embryonnaire est parvenu à l'état adulte.

Fig. 160. Le noyau polaire inférieur se rapproche du noyau supérieur. Les cloisons des antipodes sont toutes visibles ; le noyau inférieur s'est même divisé pour donner deux cellules occupant la partie terminale du sac embryonnaire.

Fig. 161. Le noyau polaire inférieur est parvenu vers le noyau supérieur. L'une des antipodes à gauche s'est divisée.

Fig. 163. Sac embryonnaire présentant les antipodes superposées; l'inférieure s'est divisée; les cloisons sont épaisses et gonflées.

Fig. 163. Sac embryonnaire dont les trois antipodes se sont divisées. L'appareil femelle offre les mêmes caractères que dans les figures précédentes.

Fig. 164. La fusion des noyaux polaires s'effectue. Les antipodes sont au nombre de huit.

Fig. 165. Sac embryonnaire adulte présentant dix antipodes dans des situations variées. Le noyau secondaire du sac embryonnaire est formé.

Fig. 166. *Doronicum caucasicum* (300). Sac embryonnaire avec ses trois antipodes superposées et pourvues de parois épaisses. Le sac est en contact avec l'assise de revêtement, sauf dans sa partie inférieure.

Fig. 167. *Petasites niveus* (300). Jeune sac embryonnaire étroit; le noyau inférieur est recouvert d'une cloison, les deux noyaux voisins n'offrent pas encore de membranes cellulaires.

Fig. 168. *Tussilago farfara* (300). Sac adulte présentant une grosse oosphère latérale; au-dessous d'elle est le noyau secondaire. L'antipode inférieure s'est divisée.

Fig. 169-172. *Lobelia erinus* (300). Succession des divisions de la cellule mère et commencement du développement de la cellule du sac.

Fig. 173, 174. *Campanula rhomboidalis* (300).

Fig. 173. Refoulement des trois cellules filles superposées à la cellule du sac.

Fig. 174. Sac embryonnaire presque adulte, avec deux synergides très allongées au sommet. La fusion des noyaux polaires se fera vers le centre du sac. Les antipodes reposent sur quelques cellules du nucelle encore existantes. L'assise de revêtement ne recouvre que la moitié inférieure du sac embryonnaire.

DE L'EXISTENCE

DE

GRANDES CELLULES SPIRALÉES

RÉPANDUES DANS LE PARENCHYME DES FEUILLES DE CERTAINS CRINUM,

Par M. A. TRÉCUL (1).

En exécutant mon travail sur les Amaryllidées, dont j'ai publié cinq parties dans les *Comptes rendus* en 1875 et 1876, je trouvai, parmi les *Crinum* cultivés dans les serres du Muséum, trois grandes plantes venues de points géographiques très différents, et qui cependant présentent, dans la constitution de leur feuille, une particularité que ne possèdent pas les autres espèces de *Crinum* examinées par moi. Ces plantes sont le *Crinum americanum* L., le *C. taitense* Red. et un *Crinum* venu de la côte occidentale de l'Afrique (du Gabon), lequel porte au Muséum le nom de *C. africanum* (non celui de Linné, qui est l'*Agapanthus umbellatus* Lhér.). N'ayant pas, faute d'espace, inséré dans ma cinquième Communication, où je parle des *Crinum*, le fait anatomique dont il s'agit ici, j'annonçai au bas de la page 259 du tome LXXXIII des *Comptes rendus* que « *les feuilles des* Crinum *seront l'objet d'une Note spéciale* ». J'en ai différé la publication jusqu'à ce jour, parce que j'espérais comparer aux plantes que je viens de désigner d'autres espèces que je n'avais pas eues à ma disposition. Il serait surtout intéressant de comparer aux quatre *Crinum* dont Herbert et Kunth ont fait quatre variétés du *Crinum australe* Donn, le *C. taitense*, que ces botanistes identifient avec la première de ces variétés.

N'ayant pas eu l'occasion d'étendre mon observation à d'autres espèces, je me décide à la faire connaître. Elle consiste en ce que de grandes cellules spiralées, d'aspect trachéen, isolées ou en groupes plus ou moins volumineux, sont

(1) Lu à l'Académie des sciences, les 14 février et 7 mars 1881.

répandues dans le parenchyme des feuilles des trois plantes citées plus haut. Voici, au reste, les principaux traits de la structure de ces feuilles.

Les feuilles de ces *Crinum* sont grandes et composées d'une gaine et d'une lame allongée, aiguë, qui peut avoir $0^{m},08$ et $0^{m},10$ de largeur. La lame d'une feuille adulte présente environ quarante à cinquante faisceaux fibro-vasculaires longitudinaux, disposés en une seule série dans le tissu moyen ou dans le plan moyen parallèle aux deux faces de la lame. Excepté au voisinage des bords latéraux de la lame, où celle-ci diminue d'épaisseur, il y a, dans chaque intervalle de deux faisceaux, une grande lacune qui est due à la destruction du parenchyme. Ces lacunes sont interrompues çà et là par des cloisons transverses, formées par du parenchyme qui entoure les fascicules fibro-vasculaires horizontaux, ou plus ou moins obliques, reliant, à des intervalles assez rapprochés, les deux faisceaux longitudinaux voisins.

La lame est assez fortement renflée longitudinalement, suivant la ligne médiane ; mais il n'y a point là, à proprement parler, de nervure médiane, formée par un faisceau particulier beaucoup plus volumineux que les autres. Il n'y existe que des faisceaux parallèles, placés chacun dans un intervalle de deux lacunes, ne différant des autres plus latéraux que par une plus grande largeur dans le sens radial, c'est-à-dire dans le plan perpendiculaire aux deux faces de la feuille, la dimension de ces faisceaux étant proportionnée à l'épaisseur de la lame. Ces faisceaux qui, là, au milieu de la feuille, sont très larges dans ce plan perpendiculaire aux faces de la lame, sont très étroits dans le sens contraire. Le groupe vasculaire est composé de vaisseaux spiralés, dont un médian est plus gros que les autres, et l'ensemble est disposé aussi suivant le plan radial, c'est-à-dire d'arrière en avant. Les plus petits vaisseaux, situés au côté dorsal du groupe, reçoivent l'insertion de l'unique ou des vaisseaux de chaque fascicule transverse. Ces vaisseaux sont accompagnés de cellules allongées étroites et délicates, dont un groupe, évidemment de nature libérienne, est au côté dor-

sal de chaque faisceau longitudinal ; il est plus étroit, mais plus étendu radialement, que le groupe de cellules grêles du côté antérieur du faisceau.

Ces faisceaux, qui ne s'étendent pas d'une face à l'autre de la lame, ne dépassent pas la largeur des lacunes. Du côté de celles-ci, chaque faisceau est limité ordinairement par deux rangées de cellules parenchymateuses, qui contiennent un peu de chlorophylle ; mais les cellules de la rangée contiguë au faisceau sont souvent notablement plus petites que celles de l'autre rangée, et aussi plus riches en grains de chlorophylle. De la matière verte existe également dans les cellules parenchymateuses qui entourent les fascicules transverses. Tout le reste de la lame est occupé par du tissu parenchymateux, dont la largeur des cellules diminue graduellement en approchant de l'épiderme de chaque face. Ce sont aussi ces cellules parenchymateuses externes qui sont les plus riches en chlorophylle ; celles, au contraire, qui sont situées plus profondément, superposées aux lacunes, sont incolores ou à peu près. Au contraire, les cellules parenchymateuses de même grandeur, qui unissent les cloisons au parenchyme vert externe, contiennent de la chlorophylle en quantité notable.

Des méats intercellulaires et pleins de gaz parcourent, en tous sens, ce tissu parenchymateux. Ils sont étroits entre les petites cellules du parenchyme externe, plus larges et formant de petites lacunes dans le parenchyme interne. Des cellules à raphides sont éparses dans toutes les parties du tissu parenchymateux.

Un épiderme, composé d'une seule strate d'assez petites cellules oblongues, un peu plus étroites aux deux bouts, enveloppe le tout. Les cellules de l'épiderme dorsal ou inférieur peuvent être notablement plus épaissies sur leur face externe et sur leur face interne que celles de l'épiderme supérieur, et la surface limitée par la cuticule est d'ordinaire plus accidentée, plus sinueuse à la face inférieure qu'à la face supérieure de la lame. De nombreux stomates sont dispersés sans ordre sur les deux faces.

Dans le *Crinum americanum*, c'est dans toutes les parties du tissu parenchymateux des deux faces de la feuille, jusqu'au contact des lacunes et même des faisceaux fibro-vasculaires, que sont répandues les cellules spiralées ou trachéennes que j'ai signalées. En examinant des coupes transversales ou des coupes longitudinales, on en trouve quelquefois d'isolées ; le plus ordinairement, elles sont en groupes dans lesquels leur quantité varie ; il n'y en a souvent qu'un petit nombre, parfois deux ou trois côte à côte, mais fréquemment aussi il en existe davantage dans chaque groupe, jusqu'à une vingtaine.

Des coupes suivant la longueur de la feuille montrent que ces cellules spiralées sont souvent en fascicules ou faisceaux d'une si grande étendue longitudinale, qu'il n'est guère facile de les suivre d'un bout à l'autre, et pourtant leur marche est à peu près parallèle, au moins sur de grandes longueurs. Ces groupes ou fascicules ne paraissent communiquer ou s'unir entre eux que bien rarement ; cependant j'en ai vu se rapprocher graduellement par une extrémité et se fusionner. D'autres se terminent abruptement dans le parenchyme vert, ayant toutes leurs cellules spiralées terminées en pointe ou en cône obtus. On en rencontre souvent de groupées ou d'isolées arrivant au contact des faisceaux fibro-vasculaires, qu'elles suivent en longeant les cellules externes sur une étendue de 1 millimètre ou 2 millimètres; mais elles arrivent aussi contre les vaisseaux eux-mêmes, qu'elles accompagnent également sur d'assez grandes longueurs.

Ces sortes de trachées, à spiricules déroulables, sont formées de cellules, ordinairement fort longues dans les feuilles parfaites. J'en ai suivi une, terminée en pointe par ses deux bouts, qui avait 5 millimètres de longueur. Une autre avait plus de 5 millimètres, et l'une de ses extrémités était cachée. Mais il y en a de beaucoup plus courtes. Pourtant les courtes sont beaucoup plus rares que les longues. J'en ai mesuré qui avaient $0^{mm},50$, $0^{mm},65$, $0^{mm},70$, $1^{mm},33$, $1^{mm},50$, 2 millimètres, $2^{mm},42$, $2^{mm},80$, 5 millimètres de longueur. Leur largeur est assez variable aussi, non seulement pour des cellules

différentes, mais dans la même cellule : il y en a de $0^{mm},025$, $0^{mm},030$, $0^{mm},035$, $0^{mm},050$, et $0^{mm},060$ de diamètre, quelquefois dans le même groupe. Plus ou moins comprimées par les cellules parenchymateuses environnantes, leur surface et leur diamètre sont très variables. La traction les déroule en hélices formées de trois, quatre, cinq et six spiricules tournant dans le même sens. Elles sont, au moins dans les feuilles âgées, ordinairement pleines de gaz, comme les méats du parenchyme, dont les ramifications viennent se terminer à leur surface en s'y élargissant souvent un peu.

Ces cellules spiralées, isolées ou en groupes, à part celles, relativement en petit nombre, qui sont au contact des faisceaux fibro-vasculaires, ne sont entourées que par des cellules parenchymateuses, dont la forme et la dimension varient suivant la place où on les observe. Ordinairement d'un diamètre plus grand que celui de ces cellules trachéennes, les cellules du parenchyme sont tantôt plus longues que larges, tantôt plus larges que longues.

Ce que je viens de dire de ces cellules spiralées est surtout applicable au *Crinum americanum*. Les cellules spiralées sont beaucoup plus rares dans le *Crinum taitense*, où elles sont bien plus souvent isolées et où leurs groupes ne contiennent fréquemment que deux cellules côte à côte, plus rarement trois. Le nombre des spiricules est moindre aussi, ordinairement deux, parfois une seule que l'on peut voir se bifurquer et dont les branches se réunissent plus loin en une seule spiricule, qui se bifurque de nouveau, etc. La différence est telle, entre les *Crinum americanum* et *taitense*, sous le rapport du nombre des cellules spiralées et de leur constitution, qu'il est facile de distinguer les deux espèces par les caractères donnés par ces cellules. Le *Crinum africanum* (Hort. par.) se rapproche davantage, à cet égard, du *Crinum americanum*.

J'ai trouvé ces cellules spiralées exclusivement propres aux feuilles. Il n'en existe ni dans le parenchyme de la tige, ni dans la fleur, dont le périanthe atteint $0^{m},21$ de longueur dans le *Crinum americanum*. Ces cellules spiralées s'arrêtent exacte-

ment au bas de la feuille, à son insertion, sans entrer dans la tige. Il en est qui s'avancent jusqu'au niveau de l'aisselle de la feuille ; d'autres s'arrêtent un peu plus haut. J'ai pu étudier cette disposition dans deux jeunes rameaux latéraux, donnés par le *Crinum americanum* et par la plante africaine.

J'ai fait aussi la même observation sur une tige de sept à huit ans du *Crinum taitense*. Des coupes longitudinales m'ont fourni les mesures suivantes. Dans une feuille, un groupe de deux cellules montrait l'une s'arrêtant à $0^{mm},20$ et l'autre à $0^{mm},25$ au-dessus de l'aisselle de cette feuille. Dans d'autres feuilles, certains groupes s'arrêtaient à $0^{mm},75$ et d'autres à 1 millimètre au-dessus de la base de la gaine. Un autre groupe de deux cellules spiralées arrivait exactement à la base de la feuille.

La présence de ces nombreuses cellules spiralées dans les feuilles communique aux coupes longitudinales du sommet des tiges un aspect vraiment remarquable. Dans les feuilles, il y a des faisceaux fibro-vasculaires et des cellules spiralées répandues dans le tissu cellulaire. Immédiatement au-dessous des feuilles, il n'existe, dans le parenchyme cortical de la tige, que les faisceaux fibro-vasculaires qui passent de celle-ci dans celles-là.

En résumé, présence de nombreuses cellules spiralées, isolées ou en fascicules plus ou moins volumineux, dans le parenchyme des feuilles ; absence complète de ces cellules spiralées, indépendantes des faisceaux fibro-vasculaires, dans la tige et dans la fleur (pédoncule, ovaire infère et périanthe).

Que l'on me permette d'ajouter les réflexions suivantes.

Ici se présente la question de l'espèce. On peut se demander si les plantes qui possèdent le caractère anatomique que je viens de décrire, tandis que d'autres *Crinum* ne le montrent pas, ont une même origine spécifique. Si l'on admet pour elles une origine commune, il faut reconnaître qu'elles ont subi de notables modifications ; car, ainsi que je viens de le dire, la plante américaine, au point de vue qui m'occupe, est très différente de celle de Taïti, à en juger du moins par les spécimens que j'ai pu examiner, tandis que la plante africaine se

rapproche davantage de l'américaine. D'autre part, le *Crinum taitense* étant identifié par Herbert et par Kunth avec le *Crinum pedunculatum* décrit par R. Brown, que ces botanistes regardent comme la première variété du *Crinum australe*, et rapproché par conséquent des *C. rubricaule* Rœm., *C. exaltatum* Bot. Mag. 2121, et *C. canaliculatum* Roxb., qui constituent les trois autres variétés, il devient très important de constater si ces quatre *Crinum* possèdent le même caractère anatomique, c'est-à-dire des cellules spiralées dans le parenchyme de leurs feuilles.

Très grande longueur des cellules spiralées. — J'ai décrit plus haut de grandes cellules spiralées, remplies de gaz, répandues isolément ou en fascicules dans le parenchyme des feuilles de certains *Crinum* (*C. americanum* L., *C. taitense* Red., *C. africanum* Hort. par.). La plus grande cellule indiquée dans ce qui précède avait 5 millimètres de longueur. Les mesures signalées avaient été prises par la simple dénudation des cellules spiralées à l'aide de coupes longitudinales de la feuille. Pensant qu'il devait exister de ces cellules trachéennes encore plus grandes, j'employai la macération dans l'eau pour les isoler du parenchyme. J'en ai ainsi obtenu de dimensions beaucoup plus considérables. Je ne citerai que celles qui ont dépassé 5 millimètres. Les cellules spiralées de 5 millimètres et de 6 millimètres sont très nombreuses, et aussi celles de 7 millimètres, mais il y en a de beaucoup plus longues.

Voici la série des chiffres que j'ai obtenus pour ces plus grandes cellules : 5 millimètres, $5^{mm},10$, 6 millimètres, $6^{mm},10$, $6^{mm},40$, $6^{mm},65$, $6^{mm},75$, 7 millimètres, $7^{mm},06$, $7^{mm},15$, $7^{mm},40$, $7^{mm},65$, 8 millimètres, $8^{mm},05$, $8^{mm},30$, $9^{mm},60$, 10 millimètres, $10^{mm},20$, $11^{mm},12$, $13^{mm},35$, $13^{mm},40$ (*Crinum americanum*).

La cellule spiralée qui avait 13^{mm}, 40 de longueur avait seulement 0^{mm}, 025 dans sa plus grande largeur. La cellule de $10^{mm},20$ de longueur avait $0^{mm},03$ dans sa plus grande largeur, et seulement 0^{mm}, 015 dans son plus petit diamètre ; sa surface était très inégale.

Deux de ces cellules trachéennes étaient fourchues. Dans la première, la tige de la fourche avait seulement $0^{mm},35$ de longueur, et $0^{mm},04$ de largeur ; l'une des branches mesurait $4^{mm},50$ de longueur, et l'autre branche $5^{mm},05$; en sorte que l'envergure des deux branches, mesurée de l'extrémité libre de l'une de ces branches à l'extrémité libre de l'autre, donnait $9^{mm},55$ de longueur.

La seconde cellule spiralée fourchue avait la tige de la fourche longue de $0^{mm},80$ et large de $0^{mm},04$; l'une des branches avait $5^{mm},50$ de longueur et $0^{mm},03$ dans sa plus grande largeur, puis $0^{mm},025$ de largeur sur d'autres parties ; l'autre branche avait $6^{mm},37$ de longueur et $0^{mm},03$ dans sa plus grande largeur ; ce qui donne, pour l'envergure des deux branches, $11^{mm},87$, auquel chiffre il convient d'ajouter la longueur de la tige qui était de $0^{mm},80$, comme je viens de le dire.

J'ai pensé que les dimensions peu communes, extraordinaires même, de ces cellules spiralées méritaient d'être signalées à l'attention des botanistes (1).

(1) Il n'est pas sans intérêt de mentionner que les fibres du liber des faisceaux fibro-vasculaires acquièrent aussi des longueurs assez grandes. J'ai trouvé de ces cellules libériennes ayant $4^{mm},45$, $4^{mm},50$, $4^{mm},70$, 5 millimètres, $6^{mm},25$, $6^{mm},45$, $6^{mm},80$ de longueur.

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DES CELLULES SPIRALÉES

par L. MANGIN.

Agrégé des sciences naturelles.

L'existence de cellules spiralées, isolées au sein du parenchyme de la tige ou des feuilles, a été signalée par Unger chez les *Nepenthes*, par M. Duval-Jouve (1) chez les Salicornes et par M. Trécul (2), depuis longtemps déjà, chez quelques Orchidées. Ce dernier observateur a retrouvé plus récemment ces formations dans le parenchyme des feuilles des *Crinum americanum*, *africanum*, *taitense* (3); il les considère comme exclusivement propres aux feuilles.

Je viens rectifier, sur ce dernier point, l'observation de M. Trécul, et ajouter aux faits connus quelques détails concernant l'origine des cellules spiralées.

CRINUM. — J'ai observé d'abord les cellules spiralées dans le parenchyme cortical de la tige du *Crinum americanum*.

L'échantillon que j'ai pu étudier avait une tige de l'épaisseur du pouce, dont l'extrémité était garnie d'un bouquet de feuilles distiques, à base engainante, sur une longueur de 1 centimètre environ; le reste de la tige était dénudé et à moitié enfoncé dans le sol.

Si l'on pratique une coupe transversale dans la région inférieure, qui est la plus âgée, on voit, à l'œil nu, un corps central entouré d'une écorce assez épaisse. A l'aide d'un grossissement moyen, on constate que le corps central renferme exclusivement les faisceaux fibro-vasculaires, nombreux à la périphérie, épars au centre et noyés dans un parenchyme dépourvu de lacunes et de cellules spiralées. Les faisceaux les plus extérieurs forment un lacis périphérique qui constitue la seule limite entre le corps central et l'écorce.

(1) *Bull. de la Soc. bot. de France*, t. XV, 1868.

(2) *Id.*, *ibid.*, t. II, 1855.

(3) *Comptes rendus*, 14 février et 7 mars 1881, et p. 200 du présent volume.

Celle-ci est limitée extérieurement par l'épiderme, sous lequel se développe une couche subéreuse de quatre à cinq assises cellulaires.

L'écorce (pl. 8, fig. 1) se compose de parenchyme spongieux dont les lacunes sont ordinairement occupées par des cellules à parois épaissies, à section transversale circulaire et colorables en rose par la fuchsine. Ces cellules, tantôt isolées, tantôt réunies par groupes de deux à sept dans la même lacune, présentent sur la coupe transversale une ressemblance frappante avec les poils internes des Monstérinées, mais les fragments de spiricule à moitié déroulée, que le rasoir a entraînés, révèlent la sculpture particulière des parois de ces cellules.

Vues sur des coupes longitudinales pratiquées dans la même région de la tige (pl. 8, fig. 2), les cellules spiralées, très longues, à extrémités arrondies, se moulent sur la paroi des cavités du parenchyme, leur membrane suivant toutes les sinuosités des cellules polyédriques qui bordent chaque lacune. Elles possèdent un ruban épaissi, contourné en une hélice à spires très serrées ; ce ruban se colore vivement par la fuchsine, tandis que le parenchyme ambiant reste incolore.

M. Trécul a signalé (1) les dimensions peu communes que ces cellules spiralées atteignent dans les feuilles ; elles sont aussi très grandes dans la tige.

Si l'on observe des régions de plus en plus jeunes de la tige, en remontant peu à peu vers le sommet, on remarque que les cellules spiralées disparaissent d'abord ; puis les lacunes, allongées suivant l'axe, se réduisent aux dimensions de simples méats ; de sorte qu'à peu de distance et au-dessous de la région couverte par les bases des feuilles, le parenchyme cortical est constitué par des cellules uniformes, cubiques, disposées sur les coupes longitudinales en assises superposées.

Par suite, si l'on regarde à l'aide d'un grossissement moyen les coupes longitudinales passant par le sommet de la tige et intéressant seulement la région couverte de feuilles, on ne

(1) *Comptes rendus*, 7 mars 1881.

trouve pas de cellules spiralées dans le parenchyme cortical, puisque les lacunes n'y existent pas encore, tandis que le parenchyme de la base des feuilles est farci de ces éléments. C'est ce qu'a vu nettement M. Trécul; mais, bornant son examen au sommet de la tige, il a généralisé un peu vite et conclu, à tort, de cette observation exacte à l'absence de cellules spiralées dans la tige.

J'ai pu examiner une autre espèce de *Crinum*, le *Crinum giganteum*, dont la tige très courte était entièrement couverte par les feuilles à base engainante; les parties âgées de la tige avaient disparu.

Cette espèce ne contient pas de cellules spiralées dans le parenchyme cortical, tandis qu'il en existe dans le parenchyme foliaire. Il est vrai que les lacunes manquaient dans la tige, et cette circonstance explique l'absence de cellules spiralées.

Pour étudier le développement de ces éléments, il faut examiner des coupes longitudinales de la tige du *Crinum americanum*, pratiquées au-dessous et à partir de la région couverte par les feuilles. On y voit d'abord un parenchyme cortical à cellules cubiques, régulièrement superposées en assises horizontales ou un peu inclinées, laissant entre elles de petits méats polyédriques; plus bas, par suite de l'accroissement de ces cellules, les méats s'allongent peu à peu, se fusionnent et déterminent des lacunes losangiques étirées suivant l'axe C'est là, dans certaines cellules bordant les lacunes, que des cloisons longitudinales apparaissent (fig. 5 et 6) et donnent lieu à la formation de cellules étroites dont la base est environ la moitié de la hauteur.

On trouve parfois deux de ces cellules côte à côte au voisinage d'un méat.

Ces cellules étroites, au lieu de croître uniformément, s'allongent peu à peu de haut en bas, s'insinuent dans le méat le plus voisin en faisant hernie dans sa cavité (fig. 4). Lorsqu'elles ont acquis à peu près leur longueur définitive, il se produit un épaississement de la paroi, d'abord sous la forme

d'un étroit ruban offrant l'aspect d'une fine striation en spirale, puis ce ruban s'épaissit, et c'est seulement lorsque la cellule est achevée que la fuchsine le colore en rose.

Le développement des cellules spiralées qui remplissent la même lacune n'est pas uniforme, car on trouve souvent, à côté d'éléments achevés (fig. 3), des cellules où l'épaississement se traduit à l'œil par une fine striation, et d'autres enfin à membrane homogène qui rappellent la végétation des filaments mycéliens de certains Champignons parasites.

Si l'on compare le développement de ces cellules à la formation des poils internes caractéristiques de la tribu des Monstérinées, décrits par M. Van Tieghem (1), on est frappé de leur analogie. La seule différence consiste en ce que les poils internes des Monstérinées, affectant en général la forme de poils en navette, s'allongent à la fois suivant deux directions opposées dans les méats qui les contiennent, tandis que les cellules spiralées des *Crinum* s'allongent ordinairement de haut en bas.

Les cellules spiralées déroulables caractéristiques du tissu lacuneux de certains *Crinum* sont donc des formations cellulaires analogues à des poils internes, qui végètent dans les méats du parenchyme, mais dont la membrane, au lieu de rester homogène en s'épaississant comme chez les Monstérinées, ou de prendre des ponctuations comme chez les *Nymphea*, acquiert l'épaississement spiralé.

L'assimilation des cellules spiralées des *Crinum* aux poils internes, caractéristiques pour les plantes de la tribu des Monstérinées, soulève une question intéressante : celle de savoir si l'existence de ces éléments constitue pour les *Crinum* un caractère générique.

J'ai, dans ce but, examiné les espèces cultivées au Muséum, et j'ai trouvé les cellules spiralées dans toutes : *Crinum americanum*, (*mexicanum*); *C. taitense* Red., *pedunculatum* Bot. mag.; *C. africanum*, (*riparium*, *capense*); *C. giganteum*; *C. Kickxii*.

(1) Ph. Van Tieghem, *Recherches sur la structure des Aroïdées* (**Annales des sciences naturelles**, 5e série, t. VI, 1867).

En outre, comme ces éléments se conservent à l'état sec, j'ai examiné les échantillons de l'Herbier général ; j'ai encore retrouvé les cellules spiralées dans les fragments de feuille des *Crinum abyssinicum* Hochst., *C. asiaticum* Red., *C. amabile*, (*crinole*).

Une seule espèce seulement, le *Crinum campanulatum*, ne présentait pas ce caractère dans le fragment de feuille (?) que j'ai pu examiner ; mais je ne puis m'autoriser de cette observation pour nier l'existence de ces cellules dans cette plante.

D'autre part, je n'ai pas rencontré de cellules spiralées dans les tissus des deux espèces du genre très voisin *Pancratium* (*P. acutifolium*, *P. caribeum*).

Si ces observations ne constituent pas une preuve certaine de l'existence des cellules spiralées comme caractère générique, la découverte de ces formations dans une espèce douteuse constituerait néanmoins une forte présomption en faveur de l'introduction de cette espèce dans le genre *Crinum*.

Nepenthes. — J'ai également étudié les cellules spiralées du parenchyme des *Nepenthes*.

Ces cellules sont faciles à mettre en évidence dans les feuilles et l'urne du *Nepenthes Phyllamphora*, que j'ai pris comme exemple. On fait bouillir un fragment de ces organes dans une dissolution de potasse, et, après lavage, l'épiderme des deux faces s'enlève avec facilité. La coloration obtenue par la fuchsine ammoniacale permet d'apercevoir, à un faible grossissement, un réseau délicat coloré en rouge et formé par les faisceaux de la feuille ; c'est dans les mailles de ce réseau qu'on trouve en abondance les cellules spiralées. Ces cellules, qui restent incolores, sont orientées dans tous les sens et isolées. On ne les trouve pas par groupes nombreux, comme dans le parenchyme des feuilles de *Crinum*.

C'est dans la tige qu'on doit étudier ces cellules, pour connaître leur mode de développement. Dans une coupe transversale de celle-ci, où les formations secondaires sont encore peu développées, on distingue le corps central formé par un cercle de faisceaux assez espacés, entre le bois et le liber

OBSERVATIONS

SUR

QUELQUES CUTICULES FOSSILES

par **M. R. ZEILLER.**

Dans la plupart des plantes qui nous ont été conservées à l'état d'empreintes, la matière végétale a subi une transformation complète et se présente, quand elle n'a pas disparu tout à fait, réduite à une mince lame de charbon qui se brise en petits fragments sous une faible pression. Cependant cette transformation n'a pas toujours été intégrale, et l'on a cité un certain nombre de cas où la partie externe des cellules épidermiques, la cuticule, a été conservée sans modification apparente, et a gardé même une certaine élasticité, de telle sorte qu'on peut détacher de la roche des fragments entiers de feuilles ou de ramules, semblables à des fragments de plantes vivantes préparées pour être mises en herbier. Ce mode de conservation s'observe surtout dans les terrains de formation récente, mais il est plus rare dans le terrain houiller, où, le plus habituellement, on ne peut découvrir aucune trace d'organisation dans les lamelles charbonneuses des empreintes, pas plus que dans la houille elle-même. Il y a toutefois des exceptions, et divers auteurs ont reconnu dans la houille et même dans l'anthracite des traces de tissus végétaux à structure conservée. M. Grand'Eury a constaté l'existence, dans plusieurs houilles, de membranes probablement épidermiques, et a trouvé dans certaines couches argileuses du bassin de Saint-Etienne des empreintes de Fougères réduites aux téguments externes, conservés à l'état de membranes brunes ou noirâtres encore flexibles (1). M. B. Renault a signalé le même mode de conservation pour diverses Fougères

(1) Grand'Eury, *Mémoire sur la formation de la houille* (*Annales des Mines*, 8e série, t. I, p. 104, 138, 230).

houillères au Mont-Pelé, près d'Autun (1). J'ajouterai que, dans une visite récente à Commentry, j'ai constaté que les couches argileuses de ce bassin renfermaient une assez grande quantité de débris végétaux surtout des pétioles et des pennes de Fougères, ayant conservé leur cuticule.

Cuticules du terrain houiller. Bothrodendron punctatum. — L'un des gisements houillers les plus curieux sous ce rapport paraît être le bassin de la Russie centrale, dans lequel une des couches supérieures de la formation est constituée presque exclusivement par des membranes végétales à peine dénaturées. Ces membranes, empilées à plat les unes sur les autres, en mélange avec une matière noirâtre très friable, d'apparence charbonneuse, forment une couche de plus d'un mètre d'épaisseur, recouverte seulement de dépôts sableux, et qui a été reconnue sur divers points du gouvernement de Toula, éloignés les uns des autres de plusieurs kilomètres, notamment à Milenino et dans les mines de Tovarkova et de Malovka.

MM. Auerbach et Trautschold ont signalé ce singulier dépôt de charbon feuilleté (*Blätterkohle* ou *Papierkohle*) dans leur étude sur le bassin houiller du centre de la Russie (2) et ont donné de bonnes figures de ces membranes végétales, percées de perforations régulières, qu'ils ont regardées comme des feuillets corticaux et qu'ils ont attribuées à un *Lepidodendron* (*L. tenerrimum* Trautschold) : ils ont admis que les perforations qu'elles présentent résultaient de la chute des coussinets foliaires, caractéristiques du genre *Lepidodendron*. Examinées au microscope, ces membranes leur ont paru constituées par une seule assise de cellules parenchymateuses, à parois épaisses, formant un réseau à grandes mailles, structure assez analogue à celle des feuilles de certaines Mousses vivantes.

M. Gœppert est, de son côté, arrivé aux mêmes conclusions ou à peu près, sur la nature de ces restes végétaux et les a rap-

(1) B. Renault, *Cours de botanique fossile*, 1re année, p. 17.

(2) J. Auerbach et H. Trautschold, *Ueber die Kohlen von Central-Russland* (Nouveaux mémoires de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou, t. XII, liv. 1 1860).

portés (1) aussi à des écorces de *Lepidodendron ;* mais, tout en admettant la disparition des coussinets saillants qui portaient les feuilles chez les espèces de ce genre, il a attribué les perforations de ces pellicules au passage des faisceaux vasculaires qui se rendaient dans les organes foliaires.

J'ai pu, à l'Exposition de 1878, grâce à l'obligeance de M. Kousnetzoff, ingénieur au corps des mines de Russie, obtenir quelques fragments d'un bel échantillon de ce *Papierkohle* de la mine de Tovarkova, exposé par le Département des mines de Saint-Pétersbourg, et, guidé par les bienveillants conseils de M. Van Tieghem, j'ai étudié les membranes qu'ils renfermaient et j'ai cherché à déterminer plus exactement leur attribution.

Je n'ai pas tardé à constater que la matière charbonneuse qui les sépare les unes des autres, et à laquelle elles adhèrent parfois assez fortement, n'était nullement de la houille, mais bien de l'acide ulmique, entièrement soluble, à une température peu élevée, dans l'ammoniaque ou la potasse, en donnant une liqueur d'un brun noir très foncé, qui présente tous les caractères chimiques des ulmates alcalins. Il est donc facile, en traitant les échantillons de *Papierkohle* par une solution alcaline, d'isoler les membranes en question et de les obtenir parfaitement purifiées de la matière non organisée qui leur est interstratifiée. On met ainsi en liberté des fragments de ces membranes de toutes dimensions, percés d'ouvertures régulières, disposées en quinconces, dont les dimensions sont à peu près constantes, mais dont l'écartement varie beaucoup. Les figures 1 à 9 de la planche 10 reproduisent l'aspect d'une série de ces fragments, les uns dont les ouvertures sont presque contiguës et qui ne constituent qu'un réseau d'une finesse extrême semblable à du tulle (fig. 1), les autres dans lesquels ces ouvertures sont de plus en plus espacées, sans toutefois que leur écartement, mesuré suivant les lignes des quinconces, dépasse 4 ou 5 millimètres. Les ouvertures elles-mêmes sont de forme

(1) Göppert, *Ueber die Kohlen von Malowka in Central-Russland* (Sitzungsber. d. k. bayer. Akad. d. Wissenschaften zu München, 1861, t. I, p. 199).

à peu près ovale, et leurs dimensions varient, pour le grand diamètre, de 1/2 ou 3/4 de millimètre à 1^{mm}, 5, et pour le petit diamètre, de 1/2 millimètre à 1 millimètre ou 1^{mm}, 25; elles sont toujours un peu rétrécies vers l'une des extrémités du grand diamètre et l'on remarque même, sur un grand nombre d'entre elles, vers le tiers de ce diamètre, un étranglement assez marqué. Enfin, on voit d'ordinaire, du côté opposé à ce rétrécissement, la membrane se prolonger suivant le grand diamètre sous forme d'une languette étroite, qui parfois atteint ou même dépasse un peu l'extrémité opposée. Avec un faible grossissement, on constate que la membrane se replie sur elle-même pour former autour de chaque ouverture un rebord régulier, toujours très étroit, qui l'encadre sur tout ou partie de son pourtour. Dans les échantillons à ouvertures très rapprochées, ce repli existe tout autour de chaque ouverture; lorsqu'elles sont plus espacées, il ne se montre que du côté où s'attache la languette dont je viens de parler et va en s'atténuant peu à peu vers l'extrémité rétrécie (voir les figures 10 et 11); enfin il semble parfois faire complètement défaut.

Du côté où existe cette sorte d'ourlet marginal, les membranes montrent une surface lisse et brillante, tandis qu'elles sont ternes du côté opposé.

Quelques-uns des fragments obtenus par le mode de préparation que j'ai indiqué constituent un anneau, fermé, comme celui qui est représenté figure 9, et l'on constate sur eux que c'est du côté extérieur que les membranes présentent leur face lisse avec l'ourlet qui encadre chaque ouverture, la face mate étant la face interne.

Examinées à plat au microscope, ces membranes présentent, comme l'a indiqué M. Trautschold, un réseau cellulaire parenchymateux à mailles orientées le plus souvent en files assez régulières, plus allongées dans le sens perpendiculaire au grand diamètre des ouvertures que dans le sens parallèle à ce diamètre; au voisinage des ouvertures, ces files s'infléchissent légèrement, de manière à en atteindre le bord à peu près normalement; la languette qui s'avance dans l'axe des

ouvertures se montre plus transparente, c'est-à-dire plus mince que les autres parties de la membrane, les bords en sont déchirés d'une façon irrégulière, et les cellules qui la constituent, allongées dans le sens vertical, s'alignent en files parallèles très régulières. C'est ce que montre la figure 12, qui représente une portion grossie de l'échantillon figure 8.

Mais en regardant ces membranes avec plus d'attention et sous un plus fort grossissement, on reconnaît que le réseau cellulaire n'est pas complet et qu'au lieu d'une assise de cellules limitée à deux plans parallèles, on a sous les yeux des crêtes saillantes, normales à la surface de la membrane ou légèrement couchées, hérissées à tous leurs points d'anastomose de dents pointues, comme le montre la figure 13. Une coupe transversale, telle que celle que reproduit la figure 14, montre bien nettement cette disposition, identique à celle que présentent les cuticules des plantes vivantes isolées par la macération, et dans lesquelles la paroi externe des cellules épidermiques et les portions cuticularisées de leurs parois transversales ont seules résisté à l'action de l'*Amylobacter*.

En un mot, les membranes qui constituent le *Papierkohle* de Tovarkova possèdent tous les caractères botaniques des cuticules de tiges : les perforations qu'elles présentent correspondent aux cicatrices laissées par la chute des organes appendiculaires; l'ourlet qui encadre ces ouvertures sur tout ou partie de leur pourtour indique l'existence d'un mamelon très légèrement saillant sur lequel était portée la base de la feuille; enfin la languette à contours lacérés qui s'avance dans l'axe de chaque ouverture ne peut être qu'un lambeau de la cuticule de la côte dorsale de la feuille.

Essayées chimiquement, ces membranes cuticulaires se sont comportées d'une façon très analogue aux cuticules vivantes. M. Frémy a montré que la cuticule de la plupart des plantes, c'est-à-dire la cutose qui la constitue, est insoluble dans l'acide sulfurique concentré, du moins à froid, mais que l'acide nitrique la dissout à chaud en la transformant par oxydation en acide subérique, et que la potasse bouillante la dis-

sont également en la saponifiant. Les cuticules fossiles de Tovarkova résistent absolument, même à l'ébullition, à l'acide sulfurique concentré; elles se dissolvent, par une ébullition prolongée, dans l'acide azotique, et le résidu de l'évaporation à sec présente les réactions de l'acide subérique. Mais, traitées et reprises plusieurs fois de suite par la potasse, elles ne subissent aucune altération, ce qui paraît indiquer une modification de la cutose, comparable à celle que subissent les éléments des bois dans leur transformation en lignite xyloïde. Cette résistance absolue à l'action de la potasse, du moins à la pression atmosphérique, paraît d'ailleurs commune à toutes les cuticules fossiles : je l'ai constatée également sur les cuticules de diverses espèces de Fougères jurassiques, *Cycadopteris Brauniana, Dichopteris Visianica*, de l'oolithe du Véronais et du Vicentin, que j'ai essayées comparativement. Peut-être, au reste, les cuticules de toutes les plantes vivantes n'ont-elles pas rigoureusement les mêmes caractères chimiques et la cutose, qui en est l'élément constitutif, n'est-elle pas toujours identique à elle-même, comme la cellulose, qui a offert à M. Frémy des variétés possédant des propriétés très distinctes.

M. Van Tieghem, qui a bien voulu examiner ces cuticules fossiles de Tovarkova, n'y a pas trouvé de trace des *Amylobacter* à l'action desquels on aurait pu attribuer leur mise en liberté; peut-être les tiges dont elles proviennent ont-elles subi seulement, dans les marécages où elles sont venues se déposer, une décomposition chimique du même genre que celle qui se produit dans les tourbières, et qui aura transformé en acide ulmique tout leur système cellulaire et vasculaire en respectant seulement la cuticule. La présence d'anneaux complets de petit diamètre, comme celui qui est représenté figure 9, semble bien prouver que le dépôt n'a pas été formé seulement de fragments d'écorces entraînés par les eaux après pourriture du bois, mais de tronçons de rameaux à peu près intacts, dont le système ligneux se sera détruit ultérieurement, en même temps que les tissus parenchymateux et subéreux de l'écorce.

Malgré les différences notables d'aspect que présentent ces cuticules, il me paraît certain qu'elles appartiennent toutes à une seule et même espèce végétale, car on trouve tous les intermédiaires possibles entre les échantillons à ouvertures contiguës et ceux à ouvertures espacées; les figures 1 à 8 suffisent pour montrer le passage graduel de l'un à l'autre des termes extrêmes de la série. Sur tous ces échantillons on retrouve la languette correspondant à la côte dorsale de la feuille, et toujours le réseau cellulaire offrant la même disposition. Je n'ai jamais, dans les nombreuses préparations que j'ai faites, trouvé de trace d'aucune autre espèce de plantes, non plus que d'organes foliaires ou autres; il paraît probable que la végétation devait être singulièrement uniforme, mais peut-être aussi doit-on admettre que les cuticules moins épaisses d'autres végétaux qui vivaient à côté de ceux-ci ont été détruites avec les autres tissus, et faut-il également expliquer ainsi la disparition de tous les débris de feuilles, la cuticule en étant, comme le montrent les languettes qui en sont restées, beaucoup plus mince et probablement moins réfractaire à la décomposition que la cuticule des rameaux.

J'ai dit plus haut que ces membranes avaient été rapportées au genre *Lepidodendron;* mais du moment où il est établi qu'elles représentent des cuticules et que, par conséquent, les ouvertures dont elles sont percées correspondent aux cicatrices foliaires, il n'est plus possible d'admettre cette attribution, les cicatrices des *Lepidodendron* ne présentant jamais cette forme ovale, allongée dans le sens vertical ; on n'aperçoit d'ailleurs aucune trace des coussinets foliaires caractéristiques de ce genre, dont l'existence se traduirait nécessairement par des plis très accentués résultant de leur aplatissement. On ne peut admettre non plus que les ouvertures proviennent de la chute de ces coussinets, qui, étant toujours exactement contigus, n'auraient pu, en se détachant, donner lieu à des ouvertures espacées, et qui, surtout, n'étaient pas caducs et se montrent parfaitement intacts sur les tiges de *Lepidodendron* les plus âgées. Le seul genre auquel puissent appartenir ces cuticules

est le genre *Bothrodendron* LINDLEY et HUTTON, qui comprend des tiges à écorce chagrinée, marquées de très petites cicatrices de forme rhomboïdale à angles arrondis, disposées en quinconces, dépourvues des coussinets saillants qui existent dans le plus grand nombre des autres Lépidodendrées. La figure 1, planche 9, reproduit, à échelle réduite, un bel échantillon de *Bothrodendron punctatum* LINDLEY et HUTTON, provenant des houillères de Meurchin, dans le Pas-de-Calais, et portant trois de ces grandes dépressions à contour circulaire ou elliptique qui ont motivé le choix du nom générique et dont la signification n'a pu encore être précisée. Cet échantillon présente sur divers points, ainsi que je l'ai indiqué ailleurs (1), des fragments d'écorce parfaitement conservés et munis de cicatrices foliaires très nettes : les figures 2 et 3, planche 9, reproduisent, en vraie grandeur et amplifiées, la disposition et la forme de ces cicatrices ; elles portent trois cicatricules ponctiformes, dont l'une occupe le centre et les deux autres, qui sont tantôt plus, tantôt moins accentuées que celle-ci, sont placées à droite et à gauche et un peu plus bas ; ces cicatrices foliaires, de forme à peu près arrondie, mesurant environ 1 millimètre de diamètre, sont surmontées chacune d'une autre cicatrice ronde, de 1/4 ou 1/2 millimètre de diamètre, contiguë à leur bord supérieur, et marquée elle-même d'une cicatricule ponctiforme. Enfin l'écorce présente des rides verticales plus ou moins marquées, entre lesquelles s'alignent des ponctuations très fines qui lui donnent une apparence chagrinée caractéristique. Quelle que soit la nature de l'organe qui correspondait à la petite cicatrice supérieure, il est certain que la cuticule, détachée de la tige, devait présenter deux ouvertures contiguës de diamètres différents, ou plus exactement deux ouvertures réunies en une seule, un léger étranglement marquant seulement le point de contact des deux cicatrices.

Or c'est précisément ce qui existe dans les cuticules de To-

(1) *Explication de la carte géologique de la France*, t. IV, 2e partie : *Végétaux fossiles du terrain houiller*, p. 117.

desquels une mince couche de formations secondaires est apparue. Ce cercle de faisceaux entoure une moelle parenchymateuse assez développée; il est revêtu à l'extérieur par une couche de tissu formé de cellules étroites et allongées, entremêlées de cellules spiralées si nombreuses qu'elles paraissent former à elles seules toute la couche. Les cellules de cette zone se confondent insensiblement avec le tissu des rayons médullaires intercalés entre les faisceaux, de sorte qu'il n'existe pas de limite précise entre elles, les faisceaux et la moelle avant l'apparition du cambium.

Cette couche est revêtue à l'extérieur par une assise de cellules amylifères qu'on pourrait peut-être envisager comme la limite du corps central et de l'écorce. Cette assise de cellules représenterait alors un endoderme.

Le parenchyme cortical est, dans sa moitié interne jusqu'à l'assise des cellules amylifères, constitué par un parenchyme à cellules polyédriques volumineuses, tandis que la région qui confine à l'épiderme est formée par des cellules étroites et allongées, renfermant quelques cellules spiralées et quelques faisceaux fibreux.

C'est dans le parenchyme médullaire et cortical qu'on rencontre les cellules spiralées toujours isolées. Elle paraissent être des cellules de parenchyme différenciées de leurs voisines, et non des cellules spiralées développées dans des lacunes du tissu.

En examinant des coupes longitudinales colorées par l'hématoxyline, on peut s'assurer que ces cellules, à une distance assez considérable du sommet de la tige, sont encore vivantes, comme l'atteste la présence du noyau dans la plupart d'entre elles.

On reconnaît facilement l'origine de ces cellules spiralées par l'observation de coupes longitudinales pratiquées au voisinage du point végétatif.

En ce point, et quelque peu au-dessous, le parenchyme cortical médullaire est composé de cellules uniformes tabulaires, deux ou trois fois plus larges que hautes et toujours en voie de

division, comme le montre la formation des cloisons, le plus souvent horizontales, qui découpent ces cellules en plaques superposées. Bientôt, dans ce tissu homogène une différenciation s'établit (fig. 7 et 8); tandis que le plus grand nombre des cellules continuent à se diviser, d'autres grossissent sans subir de nouvelles divisions, deviennent d'abord cubiques, puis s'allongent suivant l'axe en parallélipipèdes et se distinguent de leurs voisines non seulement par leur taille, mais encore par les dimensions considérables du noyau qu'elles renferment (fig. 9 et 10).

Ces cellules peuvent atteindre une longueur quinze à vingt fois plus grande que leurs voisines, et, bien avant qu'elles aient acquis leurs dimensions définitives, la membrane qui les constitue prend l'épaississement spiralé (fig. 11). Comme la cellule continue de croître en longueur, les régions non épaissies s'amincissent peu à peu, se rompent même et favorisent ainsi le déroulement du ruban spiralé qui s'est formé. Ce ruban paraît d'une nature chimique différente de celle de la substance ligneuse, car il ne se colore pas sous l'influence de la fuchsine.

Des cellules spiralées des *Nepenthes* on peut rapprocher les formations analogues que M. Trécul mentionne dans le parenchyme foliaire de beaucoup d'Orchidées (1). Tantôt (*Pleurothallis*) le parenchyme de ces feuilles présente çà et là des cellules spiralées isolées, en tout semblables à celles des *Nepenthes*; d'autres fois (*Bolbophyllum*), au-dessous d'une sorte d'hypoderme, il existe tout un massif de parenchyme dont les cellules sont spiralées. Je n'ai pas pu suivre le développement des cellules spiralées des *Pleurothallis*, et mon opinion sur les rapports qu'elles offrent avec celles des *Nepenthes* est seulement basée sur l'observation de l'état adulte.

SALICORNIA. — M. Duval-Jouve a signalé (2) l'existence de cellules spiralées dans le parenchyme en palissades des feuilles de la plupart des Salicornes. Une seule espèce, le *Salicornia*

(1) *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. II, 1855.
(2) *Bulletin de la Soc. bot. de France*, t. XV, 1868.

macrostachya, en est dépourvue et présente à la place des cellules scléreuses.

M. Duval-Jouve appelle ces éléments des *cellules aérifères*, à cause de l'air qu'elles renferment et il croit qu'elles sont distribuées de façon à se terminer toujours au-dessous ou tout à côté des chambres sous-stomatiques. L'auteur semble disposé à les considérer comme les intermédiaires entre le réseau fibrovasculaire et les stomates.

J'ai examiné ces cellules sur des échantillons frais que je dois à l'obligeance de MM. Flahault et Planchon. J'ai constaté que leurs rapports avec les chambres sous-stomatiques n'existent généralement pas, car très souvent elles sont séparées de l'épiderme par une cellule de parenchyme; mais, vu leur nombre et le nombre considérable des stomates, il arrive parfois qu'elles se terminent à peu de distance des chambres sous-stomatiques, sans arriver toutefois jusqu'aux parois.

J'ai constaté, en outre, pour beaucoup d'entre elles, l'existence du noyau et du protoplasma; ce fait ne peut s'accorder avec l'existence constante de l'air dans ces organes.

Autant que j'ai pu en juger par l'étude des jeunes feuilles, ces cellules se forment dans un parenchyme massif par la différenciation particulière de quelques éléments du tissu vert.

En résumé, on peut, d'après ce qui précède, rattacher le développement des cellules spiralées à deux modes différents.

Dans certains cas (*Crinum*), les cellules spiralées se développent dans les lacunes du parenchyme à la façon des poils internes de certaines plantes, et l'existence de ces cellules est liée à l'existence de méats qui favorisent leur développement. Dans d'autres cas (*Nepenthes*), le parenchyme où apparaissent ces formations reste toujours compact ou ne présente que de petits méats, et les cellules spiralées se forment aux dépens de certaines cellules qui s'agrandissent sans se cloisonner et dont la membrane s'épaissit ensuite. On peut rattacher ce dernier mode de développement à celui des cellules scléreuses de certaines Aroïdées, et l'analogie de ces deux formations est rendue

plus frappante par l'examen des *Salicornia*, où les cellules spiralées du *Salicornia fruticosa* sont remplacées par des cellules scléreuses chez le *Salicornia macrostachya*.

Pour ce qui concerne le rôle des cellules spiralées, il est impossible de le préciser. Tout au plus peut-on remarquer que ces cellules, quand elles sont très nombreuses, comme dans le parenchyme cortical des *Crinum*, la tige des *Nepenthes* et celle des Salicornes, peuvent être considérées comme des organes de soutien. Elles remplissent alors le rôle des cellules allongées à membranes épaissies qui constituent les cordons fibreux des Palmiers, des Pandanées, ou qui forment la gaine externe du corps central de beaucoup de hampes florales.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

Fig. 1-6. *Crinum americanum.*

Fig. 1. Coupe transversale du parenchyme cortical de la tige du ***Crinum americanum***, dans la région âgée dénudée. *s*, cellules spiralées, groupées dans les lacunes et dont quelques-unes ont été déroulées par le rasoir. *e*, épiderme; *p*, liège.

Fig. 2. Fragment de coupe longitudinale du parenchyme cortical dans la même région; les cellules spiralées remplissent les lacunes du tissu parenchymateux.

Fig. 3, 4, 5, 6. Coupes longitudinales pratiquées dans des régions de plus en plus jeunes de la tige où les lacunes *l* existent déjà.

La figure 3 montre une cellule spiralée achevée *s*, et une autre cellule *s'* où l'épaississement en hélice n'est pas encore apparent; toutes les deux s'insinuent en descendant dans la lacune *l*.

La figure 4 montre deux cellules spiralées jeunes comblant une lacune.

Les figures 5 et 6 montrent les cellules spiralées au moment où elles commencent à se différencier au sein du parenchyme cortical.

Fig. 7-11. *Nepenthes Phyllamphora.*

Coupes longitudinales dans le tissu médullaire de la tige du *Nepenthes.* Dans ces figures, le parenchyme est dépourvu de lacunes.

Fig. 7. Coupe pratiquée très près du point végétatif; *s*, cellules spiralées très jeunes, déjà différenciées dans le parenchyme cortical.

Fig. 8 et fig. 9. Coupes montrant les cellules spiralées *s* qui s'agrandissent, pendant que les cellules du parenchyme environnant se divisent par des cloisons horizontales.

Fig. 10. Cellule spiralée *s* ayant presque acquis ses dimensions définitives, mais dont la paroi n'est pas encore pourvue de l'épaississement en spirale.

Fig. 11. Cellule spiralée achevée, conservant encore son noyau *n*.

varkova ; la forme et la dimension des ouvertures sont celles que doivent offrir les cuticules de *Bothrodendron punctatum;* et quant à leur écartement et à leur disposition, ils diffèrent trop peu, par exemple pour les échantillons figures 7 et 8, planche 10, de ce qu'on observe sur l'écorce représentée figure 2, planche 9, pour que je croie possible de les distinguer spécifiquement. Enfin, plusieurs fragments de ces cuticules sont marqués de plis longitudinaux semblables aux rides de l'écorce de l'échantillon de Meurchin; et, entre ces plis, on aperçoit des traces de fines ponctuations, produites par de très légères dépressions de la surface, qui reproduisent l'aspect chagriné de la figure 3, planche 9.

En résumé, les cuticules de Tovarkova me paraissent devoir être rapportées au genre *Bothrodendron*, et dans ce genre à la même espèce que le tronc de Meurchin dont je viens de parler, au *Bothrodendron punctatum*. Les échantillons à ouvertures contiguës, qui se lient trop intimement aux autres pour qu'il soit possible de les en séparer, doivent correspondre à d'autres parties des rameaux, l'écartement des feuilles variant de même, chez beaucoup de plantes vivantes, dans des limites très étendues, suivant l'époque à laquelle s'achève le développement de la portion de rameau qui les porte. Il ne me paraît pas possible d'attribuer ces cuticules à ouvertures très rapprochées à des rameaux jeunes non encore arrivés à leur développement définitif, car alors les parois des cellules épidermiques, n'étant pas cuticularisées, n'auraient pu être conservées sous cette forme et auraient disparu avec le reste du tissu cellulaire.

J'ai dit ailleurs (1), à l'occasion de ces cuticules, que la petite cicatrice placée à l'aisselle de la feuille, ne pouvant guère correspondre qu'à un bourgeon habituellement privé de développement ultérieur, était de nature à faire écarter le *Bothrodendron punctatum* des Lycopodiacées pour le rapprocher des Gymnospermes; je dois, sans pouvoir cependant expliquer la

(1) *Bull. de la Soc. botanique de France*, t. XXVII, p. 353.

nature de cette cicatrice, revenir ici sur cette idée, l'examen attentif des cicatricules qui flanquent la cicatricule placée au centre de la cicatrice foliaire m'ayant montré qu'elles étaient réellement ponctiformes, comme celles des Lépidodendrées, et non pas allongées ou arquées comme celles des Sigillaires. De plus, les grandes dépressions à contour circulaire qui s'observent sur le tronc de la figure 1, planche 9, n'ont leurs analogues que dans les Lépidodendrées, parmi les *Ulodendron* et, d'après une observation récente de M. B. Renault, chez certains *Lepidophloios* (1), genre dont les tiges sont trop bien connues dans leur structure anatomique pour qu'on puisse songer à les écarter des Lépidodendrées. La signification de ces petites cicatrices, placées contre le bord supérieur des cicatrices foliaires, reste donc tout à fait problématique, comme celle des grandes dépressions circulaires, et les cuticules de Tovarkova ne peuvent, malheureusement, fournir à cet égard aucune indication.

Cuticules du terrain jurassique. Cycadopteris Brauniana. — La comparaison que j'ai faite, au point de vue chimique, des cuticules du terrain houiller de la Russie centrale avec d'autres moins anciennes, m'a conduit, comme je l'ai dit, à examiner celles de certaines Fougères jurassiques, et notamment du *Cycadopteris Brauniana* Zigno. Cette espèce est constituée par des frondes simplement pinnées, à pinnules linéaires oblongues, légèrement obliques et décurrentes à la base sur le rachis, arrondies au sommet ; ces pinnules ont de 4 à 8 millimètres de largeur sur 2 à 4 centimètres de longueur ; par leur raccourcissement graduel vers le haut comme vers le bas des frondes, elles donnent à celles-ci une forme ovale linéaire. Leur écartement est variable, comme l'indiquent les figures 4 et 5 de la planche 9 ; mais on ne trouve pas d'intermédiaires entre ces types extrêmes, d'où il faut conclure, semble-t-il, que cette espèce portait des frondes dimorphes, les unes à pinnules très espacées, les autres à pinnules presque conti-

(1) B. Renault, *Cours de botanique fossile*, 2e année, p. 48, pl. 11, fig. 1.

guës. Chaque pinnule est parcourue par une nervure médiane assez nette, mais les nervures secondaires sont habituellement indiscernables; M. de Zigno a pu cependant observer sur quelques échantillons des nervules simples ou bifurquées, un peu arquées, se détachant de la nervure médiane (1).

Sur l'échantillon de la figure 5, planche 9, qui vient de Rotzo, dans le Vicentin, et qui présente la forme à pinnules espacées, la fronde elle-même est en partie conservée et l'on peut détacher de la roche, en l'humectant avec de l'eau bouillante, des fragments très étendus et même des pinnules presque entières. L'empreinte laissée par leur face inférieure présente, le long de l'axe de chaque pinnule, deux séries de petites lignes saillantes, droites ou un peu arquées, dirigées obliquement, mais parallèles les unes aux autres, et dont l'épaisseur est de 1/5 ou 1/6 de millimètre sur 1 à 2 millimètres de longueur : ces saillies représentent le moulage, par la roche calcaire, de petits enfoncements nettement délimités, qui se creusent sur la face inférieure de chaque pinnule, de part et d'autre de la nervure médiane, et dont la disposition est analogue à celle des sores de divers *Asplenium*. Il est impossible, à la loupe ou au microscope, de reconnaître sur les pinnules elles-mêmes, à cause de leur opacité, la signification de ces petits enfoncements.

M. de Zigno, qui les a observés et figurés très exactement (2), a cru constater, en examinant des pinnules détachées de la roche par dissolution de celle-ci dans l'acide nitrique, que la cuticule était interrompue sur ces points et percée de petites ouvertures en forme de boutonnières, bordées d'un ourlet continu ; il a pensé, ainsi qu'il était naturel de le faire d'après l'aspect de ces frondes, que ces boutonnières correspondaient à des groupes de sporanges, et il a rapproché son *Cycadopteris Brauniana* du genre *Cryptosorus*, créé par Fée pour le *Polypodium obliquatum* Blume, et que cet auteur

(1) Zigno, *Flora fossilis formationis oolithicæ*, t. I, p. 155.

(2) Zigno, *loc. cit.*, t. I, p. 154 et 156; pl. XVI, fig. 4; pl. XVII, fig. 1, 2.

a indiqué comme caractérisé par la formation *sous-cuticulaire* des sporanges, qui, naissant dans l'intérieur même du parenchyme, déchireraient la cuticule pour se mettre en rapport avec la lumière (1). En réalité, il n'en est pas ainsi, et les sporanges naissent bien chez ce Polypode, comme chez toutes les autres Fougères, à la surface de l'épiderme, mais au fond d'une fossette assez profonde et à ouverture un peu rétrécie; il est facile de s'assurer, par des coupes transversales, que la cuticule, parfaitement continue, se replie dans ces fossettes et en tapisse tout le fond.

Il en est de même chez le *Cycadopteris Brauniana*, ainsi que j'ai pu le constater sur des fragments détachés de l'échantillon figure 5. La matière opaque, résultant de la décomposition du parenchyme, qui se trouve interposée entre les feuillets supérieur et inférieur de la cuticule, n'est encore que de l'acide ulmique, et le traitement par la potasse ou l'ammoniaque m'a donné de la cuticule de ces pinnules d'excellentes préparations : les deux feuillets, ainsi nettoyés et décollés, peuvent être facilement séparés l'un de l'autre suivant la ligne correspondant au contour de la pinnule : on peut alors observer le réseau des cellules épidermiques, dont les parois transversales, très épaisses, sont en grande partie conservées : le feuillet supérieur est parfaitement uni, mais le feuillet inférieur présente les petits enfoncements linéaires dont j'ai parlé, tapissés par la cuticule, qui, en se repliant sur elle-même le long de leurs bords, forme un ourlet sombre, tandis qu'au fond elle est beaucoup plus claire, c'est-à-dire plus mince, que dans les autres portions de la surface, ainsi que le montre la figure 15, planche 10. Sur la face supérieure, comme dans toutes les parties foncées de la face inférieure, on distingue un réseau cellulaire à mailles polygonales, qui, dans la région correspondant à la nervure médiane, prennent une forme rectangulaire allongée et s'alignent en files parallèles. On ne voit dans ce réseau nulle trace de stomates, mais dans la

(1) Fée, *Genera Filicum*, p. 231.

partie mince qui tapisse le fond des fossettes, on distingue de nombreux stomates, disposés comme l'indique la figure 17, planche 10. Les stomates sont donc, chez le *Cycadopteris Brauniana*, logés au fond de *cryptes* analogues à celles du Laurier-rose ou à celles des *Cycas revoluta* et *C. inermis*, mais beaucoup plus grandes et renfermant un nombre de stomates considérable.

Il ne semblerait, du reste, nullement impossible, à priori, que ces fossettes eussent en même temps renfermé des sporanges, comme l'avait pensé M. de Zigno; mais je crois qu'il faut voir plutôt les frondes fertiles de cette espèce dans les échantillons à pinnules presque contiguës, tels que celui de la figure 4, planche 9. Sur cet échantillon, qui vient des Pernigotti, dans le Véronais, l'empreinte laissée par les pinnules sur la roche ne présente plus ces deux séries de petites lignes saillantes, indépendantes les unes des autres, qu'on observait sur l'échantillon figure 5, mais une bande parallèle au contour de chaque pinnule, placée à 1 millimètre du bord, large elle-même d'un demi-millimètre environ, et correspondant à une gouttière creusée, parallèlement au bord, dans la face inférieure des pinnules. La pinnule extrême de cet échantillon des Pernigotti paraît munie de fossettes linéaires comme celles des frondes à pinnules non contiguës, mais la conservation n'est pas assez parfaite pour qu'on puisse affirmer que la gouttière des autres pinnules est bien positivement remplacée sur celle-là par deux séries de fossettes indépendantes.

Je n'ai pu obtenir de bonnes préparations de cette fronde des Pernigotti, dont la cuticule est profondément altérée, mais j'ai retrouvé cette forme sur d'autres échantillons de Rotzo, mieux conservés, dont j'ai isolé les frondes, à l'aide de l'acide chlorhydrique, du calcaire auquel elles adhéraient intimement. J'y ai bien trouvé les pinnules creusées à leur face inférieure d'une gouttière d'un demi-millimètre à un millimètre de largeur, qui semble parfois, comme sur le fragment de pinnule représenté figure 16, planche 10, produite par l'élargissement et la réunion en une bande continue de fossettes

fondues les unes dans les autres ; le festonnement des bords de la gouttière vers l'extrémité de cette pinnule paraît du moins attester cette origine. Sur ces échantillons de Rotzo, le parenchyme des pinnules était malheureusement transformé en charbon, et je n'ai pu enlever ce charbon qu'en l'attaquant par l'eau de chlore ou l'acide nitrique, qui le transforment par oxydation en acide ulmique, comme l'ont montré M. Frémy et M. Berthelot ; en recourant ensuite à l'action des alcalis, j'ai enlevé l'acide ulmique et j'ai obtenu la cuticule débarrassée de matière étrangère et assez transparente pour être examinée ; mais, dans ces réactions oxydantes, la partie mince de la cuticule, qui tapisse le fond de la gouttière, subissait elle-même un commencement d'attaque, et je n'ai pu l'obtenir qu'en partie déchirée, mais formant cependant bien une bande continue, munie encore de nombreux stomates.

Les portions plus épaisses, c'est-à-dire le feuillet supérieur, les bords et la partie médiane du feuillet inférieur, offrent un réseau cellulaire parfaitement identique à celui des pinnules de l'échantillon figure 5, planche 9, de telle façon qu'il n'est guère possible de douter que les frondes à pinnules espacées munies de fossettes indépendantes et les frondes à pinnules contiguës creusées d'une gouttière le long de leur bord, appartiennent à une seule et même espèce, comme l'a pensé d'ailleurs M. de Zigno, qui les a réunies sous le même nom. Ces dernières seraient vraisemblablement les frondes fertiles, car, dans les portions les mieux conservées de la bande mince de cuticule qui tapisse le fond de la gouttière, on remarque des points plus foncés (fig. 18, pl. 10), qui ne peuvent être regardés que comme des bases de poils rompus et appliqués sur la cuticule. Il est permis de croire qu'ils représentent les pédicelles de sporanges dont le corps même a disparu. Il y a lieu d'espérer que, sur des échantillons mieux conservés, dont le parenchyme, transformé seulement en acide ulmique, permettrait une préparation plus facile, on pourra réussir à trouver des traces plus positives des organes de fructification ; mais je n'ai pu, jusqu'ici, à mon grand regret, me procurer d'autres échantillons de cette espèce.

Si l'hypothèse qui vient d'être émise est exacte, le *Cycadopteris Brauniana*, avec ses sores disposés en une bande continue, pourrait être rapproché du groupe des Ptéridées, ainsi que l'avait pensé d'abord M. de Zigno (1), et plus particulièrement du genre *Pellæa*, dans lequel les sores sont en réalité intramarginaux et, naissant en groupes indépendants vers l'extrémité des nervures, se fondent ensuite en une bande continue parallèle au bord de la pinnule. Mais ce rapprochement ne saurait être définitif que lorsque l'on connaîtra l'organisation même des sporanges de cette Fougère, et qu'on pourra affirmer par là qu'elle a réellement sa place dans la famille des Polypodiacées.

Cuticules du terrain crétacé. Frenelopsis Hoheneggeri. — La dernière plante dont la cuticule, conservée à l'état fossile, m'ait offert quelque particularité qui mérite d'être signalée, est une Conifère du terrain crétacé du midi de la France, dont les stomates présentent une constitution assez singulière. Cette plante, qui paraît avoir prolongé son existence pendant une longue période de temps, a été trouvée d'abord en Silésie dans le terrain wealdien : M. d'Ettingshausen, qui l'a fait connaître le premier, l'a décrite sous le nom de *Thuyites Hoheneggeri* (2), en indiquant qu'elle paraissait plus voisine des genres *Callitris* ou *Frenela* que des *Thuya* proprement dits : les figures qu'il en a publiées montrent en effet des rameaux alternes, articulés, munis à chaque articulation de quatre feuilles squamiformes très courtes, apprimées. Elle a été rencontrée ensuite en abondance à un niveau plus élevé, dans l'étage urgonien (crétacé inférieur), à Wernsdorf dans les Carpathes, et M. Schenk, qui l'a étudiée en détail et en a figuré un grand nombre d'échantillons (3), a créé pour elle un genre nouveau, sous le nom de *Frenelopsis*, tout

(1) Zigno, *loc. cit.*, p. 154.

(2) C. von Ettingshausen, *Beitrag zur Flora der Wealdenperiode*, p. 26, pl. I, fig. 6, 7 (*Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt*, t. I).

(3) Schenk, *Beitrag zur Flora der Vorwelt*, (Palæontographica, t. XIX, p. 13); pl. IV, fig. 5-7; pl. V, fig. 1, 2; pl. VI, fig. 1-6; pl. VII, fig. 1.

en émettant des doutes sur l'exactitude de son attribution aux Cupressinées; sur quelques-unes de ses figures, les rameaux paraissent pourtant bien porter quatre feuilles verticillées (1), comme l'a indiqué M. d'Ettingshausen; d'après d'autres, au contraire, il n'y aurait que deux feuilles opposées à chaque articulation (2), et M. Schenk serait porté, d'après cela, à la ranger parmi les Gnétacées. Il a observé sur les rameaux des files longitudinales régulières de petits cadres saillants, à contour arrondi ou ovale, déprimés à leur centre, qu'il regarde comme des tubercules analogues à ceux qui existent, mais en moins grand nombre, chez quelques *Ephedra* (3). Mais les rameaux de la plante fossile ne semblent pas présenter les fines cannelures longitudinales qu'on observe dans ce genre vivant.

M. Heer a retrouvé cette même plante dans les couches urgoniennes du Groënland, à Ekkorfat et à Pattorfik (4), et bien que les figures qu'il en a données montrent aussi quatre petites feuilles à chaque articulation (5), il ne l'a inscrite qu'avec quelque doute au nombre des Conifères, en faisant remarquer que peut-être elle devrait être rapprochée des Chénopodées, comme l'*Aularthrophyton formosum* Massal., sans doute à cause de l'analogie d'aspect qu'elle présente avec les *Salicornia*.

L'échantillon que je figure, planche 11, figure 1, vient d'un niveau plus élevé encore, de l'étage turonien du terrain crétacé, dans lequel on a découvert récemment, aux environs de Bagnols (Gard), un riche gisement de végétaux fossiles, comprenant des Fougères, des Conifères, et une assez grande variété de Dicotylédones; dans presque toutes ces empreintes, la matière végétale a disparu et a été remplacée par un dépôt

(1) Schenk, *loc. cit.*, pl. VI, fig. 5.

(2) Schenk, *loc. cit.*, p. 15, pl. VI, fig. 6.

(3) Schenk, *loc. cit.*, p. 14, pl. IV, fig. 6, 7.

(4) Heer, *Flora fossilis arctica*, t. III. — *Die Kreide-Flora der arctischen Zone*, p. 73, pl. XVIII, fig. 5-8.

(5) Heer, *loc. cit.*, pl. XVIII, fig. 8 (*a*).

ocreux, de sorte que toute trace d'organisation a disparu. Le *Frenelopsis Hoheneggeri* m'a paru faire seul exception et se présente parfois avec sa cuticule bien conservée : ainsi, de l'échantillon même représenté figure 1, j'ai pu détacher un article entier dans lequel les tissus internes étaient partie transformés en acide ulmique, partie remplacés par de l'oxyde de fer; en dissolvant celui-ci par l'acide chlorhydrique, puis l'acide ulmique par l'ammoniaque, j'ai obtenu la cuticule intacte et parfaitement dégagée. La figure 6, planche 11, représente cet article un peu grossi : on voit qu'il est positivement constitué par quatre feuilles squamiformes, décurrentes le long du rameau jusqu'à l'articulation inférieure, et soudées l'une à l'autre par leurs bords : la ligne de suture est placée au fond d'un sillon, marqué sur la cuticule par un léger repli.

Cette constitution des articles a la plus grande ressemblance avec celle qu'on observe chez le *Callitris quadrivalvis* VENT. et chez le *Libocedrus decurrens* TORREY (*Thuya gigantea* CARRIÈRE, *non* NUTTALL) ; chez ces deux plantes, les articles sont formés en effet de quatre feuilles squamiformes longuement décurrentes, et marqués de quatre sillons correspondant aux lignes de suture de ces feuilles; les rameaux sont alternes, étalés dans un même plan, comme chez le *Frenelopsis Hoheneggeri*, mais les dimensions de toutes les parties sont beaucoup moindres que dans la plante fossile ; en outre, chez celle-ci, les articles sont sensiblement plus longs par rapport à leur diamètre, ce qui la rapproche des *Frenela*, qui en diffèrent d'autre part par leurs feuilles ternées, beaucoup plus aiguës.

Outre ceux que j'ai pu détacher des empreintes, j'ai trouvé dans les calcaires de Bagnols un grand nombre d'articles isolés de la même plante, le plus souvent incomplets, mais ayant leur cuticule remarquablement bien conservée : il est probable que les rameaux devaient, comme ceux du *Libocedrus decurrens* et du *Callitris quadrivalvis*, se désarticuler d'eux-mêmes avec une grande facilité.

Les échantillons que j'ai pu examiner ne sont pas assez bien conservés pour qu'on puisse s'assurer si les feuilles alternent ou non aux articulations : sur les figures données par M. d'Ettingshausen, elles paraissent tantôt alterner, tantôt ne pas alterner, variation qui n'existe certainement pas en réalité; d'après la diagnose de cet auteur, elles n'alterneraient pas; et autant que j'ai pu le voir sur les parties les plus nettes de l'empreinte figure 1, planche 11, il m'a paru qu'en effet elles se succédaient sans alterner, comme dans le *Libocedrus decurrens* et le *Callitris quadrivalvis*.

Les cuticules, préparées comme je l'ai indiqué, montrent un réseau cellulaire à mailles carrées ou polygonales disposées en séries longitudinales assez régulières; on distingue en outre de nombreuses files longitudinales de stomates, qui se suivent à intervalles à peu près égaux sur toute la surface des feuilles. Quelquefois les cellules de bordure des stomates ont disparu, et la place de ceux-ci est marquée seulement par de grandes ouvertures béantes alignées en séries parallèles, comme le montrent la figure 2 et la coupe transversale figure 3, planche 11. Mais le plus souvent la conservation est complète, et l'on distingue très nettement les orifices stomatiques, offrant, au lieu de la simple fente rectiligne ordinaire, une ouverture en étoile à quatre ou à cinq rayons. Les figures 4 et 5 de la planche 11 reproduisent le dessin de quelques-uns de ces stomates, les premiers, figure 4, examinés du côté interne de la cuticule, l'autre, figure 5, vu du dehors. Les parois transversales des cellules épidermiques étant conservées presque intégralement, on peut se rendre compte de l'organisation de ces stomates avec tout autant de certitude que pour une plante vivante. On voit, par la figure 5 et par les coupes figures 7 à 10, que l'orifice stomatique occupe le fond d'une légère dépression, bordée par un cadre plus ou moins saillant formé par quatre ou cinq cellules épidermiques. Les cellules de bordure du stomate, réunies en rosette au nombre de quatre ou cinq, forment une sorte de cône surbaissé dont le sommet affleure, au centre du cadre dont je viens de parler, au niveau de la

surface externe de l'épiderme ou un peu au-dessous. Ces quatre ou cinq cellules, dont les cloisons rayonnent autour de l'axe du cône, laissent entre elles, suivant cet axe, et le long de leurs plans de contact sur une longueur égale au tiers ou aux deux cinquièmes du rayon, un léger bâillement, donnant naissance à l'ouverture stomatique, qui est ainsi produite, malgré sa singularité, par un mécanisme semblable au bâillement des deux cellules stomatiques ordinaires suivant leur plan de contact.

Les cellules de bordure étant généralement disposées régulièrement, deux sur la file même des stomates, l'une au-dessus, l'autre au-dessous, et les deux autres sur les côtés, l'une à droite, l'autre à gauche, les rayons de contact sont habituellement inclinés à 45°, donnant ainsi à la fente en croix qui constitue l'orifice stomatique une orientation à peu près constante.

Les cellules de bordure du stomate forment, sur la cuticule vue à plat, par suite de l'obliquité de leurs parois, une rosette plus foncée que les parties avoisinantes, la lumière ayant à traverser successivement ces parois obliques et la paroi externe des cellules épidermiques. Au centre de la rosette, on aperçoit le cadre, en forme de carré à côtés convexes, parfois arrondi ou ovale, qui entoure l'orifice stomatique. Il me paraît plus que probable que ce sont ces cadres entourant les stomates que M. Schenk a observés sur les rameaux du *Frenelopsis Hoheneggeri* et qu'il a regardés comme de petits tubercules déprimés à leur centre, l'état de conservation des échantillons qu'il a examinés ne permettant sans doute pas d'en reconnaître l'organisation anatomique.

Cette disposition des stomates, au fond d'une dépression entourée d'un cadre saillant, est très analogue à celle qu'on observe chez les Cupressinées les plus voisines, comme aspect extérieur, de la plante fossile en question. Ainsi la figure 7 et la coupe figure 8, planche 9, reproduisent la disposition des stomates chez le *Callitris quadrivalvis* : les stomates sont groupés dans le sillon qui correspond à la ligne de suture de

deux feuilles contiguës, et manquent complètement sur la face dorsale de ces feuilles; ils sont formés de deux cellules juxtaposées, comme à l'ordinaire; mais, comme chez le *Frenelopsis Hoheneggeri*, on voit qu'ils occupent le fond d'une dépression bordée d'un cadre saillant et entourée par quatre, cinq ou six des cellules épidermiques; les deux cellules de bordure forment également, par leur réunion, un cône surbaissé placé un peu au-dessous de la surface externe de l'épiderme. On observe exactement la même disposition chez le *Libocedrus decurrens* et chez le *Frenela verrucosa* CUNNINGH. Chez le *Frenela australis* MIRB. et l'*Actinostrobus pyramidalis* MIQ., les stomates forment deux bandes longitudinales placées sur le dos de la feuille, et non plus dans les sillons, mais sur le bord même de ceux-ci. Chez le *Frenela Gunnii* ENDL., ils sont répartis par files sur toute la surface de la feuille, à l'exception d'une mince bande médiane qui en reste dépourvue. Dans toutes ces espèces, chaque stomate, pris individuellement, affecte en coupe et en plan la même disposition que chez le *Callitris quadrivalvis*, placé au fond d'une dépression entourée par quatre ou cinq cellules de l'épiderme qui lui constituent un cadre saillant plus ou moins régulier.

Cette analogie de disposition me paraît de nature, malgré la différence notable que présente la constitution du stomate, à confirmer encore le rapprochement indiqué par l'aspect extérieur des rameaux entre le *Frenelopsis Hoheneggeri* et les Cupressinées munies de rameaux articulés et de feuilles verticillées, du moins en apparence, telles que le *Libocedrus decurrens*, le *Callitris quadrivalvis* et les *Frenela*. Il y a au contraire une différence complète avec la disposition des stomates des *Salicornia*, ainsi qu'on peut le voir par la figure 6, planche 9, qui représente un fragment de la cuticule du *S. fruticosa* L., et je crois que le rapprochement avec les Chénopodées ne saurait être accepté.

Il eût été assez intéressant de rechercher quelles étaient la constitution et la disposition des stomates chez les Cupressinées tertiaires appartenant au même groupe que celles que je

viens de citer, telles que les *Callitris Brongniarti* Endl. et *C. Heeri* Sap., et le *Libocedrus salicornioides* (Unger) Heer; malheureusement je n'ai pu trouver dans les collections de l'École des Mines ni me procurer d'échantillons de ces plantes ayant conservé leur cuticule.

Le seul fait qui me semble avoir quelque analogie avec cette constitution particulière des stomates, serait celui qu'on observe chez les Marchantiées, où les pores stomatiques sont bordés par cinq ou six cellules (1), mais qui laissent entre elles une ouverture en forme de canal, et non pas une fente en étoile, comme dans l'espèce dont je viens de parler. Il serait cependant assez singulier et assez peu vraisemblable que cette forme étoilée des stomates fût un fait isolé, n'existant que chez le seul *Frenelopsis Hoheneggeri*, et peut-être faut-il s'attendre à la retrouver quelque jour sur d'autres plantes fossiles, sinon même dans la nature vivante.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE IX

Fig. 1. Tronc de *Bothrodendron punctatum* Lindley et Hutton. Terrain houiller moyen. Mines de Meurchin, fosse n° 1, veine n° 1 (Pas-de-Calais). Réduit à 1/6.

Fig. 2. Fragment d'écorce du même échantillon portant des cicatrices foliaires. Grandeur naturelle.

Fig. 3. Écorce du même (grossie 5 fois).

Fig. 4. *Cycadopteris Brauniana* Zigno. Oolithe inférieure. Pernigotti (Véronais). Grandeur naturelle.

Fig. 5. *Cycadopteris Brauniana* Zigno. Oolithe inférieure. Rotzo (Vicentin). Grandeur naturelle.

Fig. 6. Cuticule de *Salicornia fruticosa* L. (gross. 55).

Fig. 7. Cuticule de *Callitris quadrivalvis* Vent., montrant les stomates qui occupent la partie de la feuille repliée dans le sillon au fond duquel se trouve la ligne de suture avec la feuille contiguë (gross. 150).

Fig. 8. Coupe de l'épiderme d'une feuille de *Callitris quadrivalvis* Vent., prise dans la région correspondant à ce sillon (gross. 150).

(1) Sachs, *Traité de botanique*, trad. par Ph. Van Tieghem, p. 120, fig. 78.

PLANCHE X.

Fig. 1 à 8. Cuticules de *Bothrodendron punctatum* Lindl. et Hutt. Terrain houiller inférieur. Mines de Tovarkova, gouvernement de Toula (Russie). Grandeur naturelle.

Fig. 9. Cuticule de la même plante formant un anneau continu. Même provenance. Grandeur naturelle.

Fig. 10. Portion de l'échantillon fig. 2 (grossie 6 fois).

Fig. 11. Portion de l'échantillon fig. 4 (grossie 6 fois).

Fig. 12. Une des ouvertures de l'échantillon fig. 8 (gross. 27).

Fig. 13. Fragment d'un des échantillons précédents vu du côté interne (gr. 140).

Fig. 14. Coupe transversale du même (gross. 140).

Fig. 15. Pinnule de *Cycadopteris Brauniana*, détachée de l'échantillon fig. 5, pl. 9. Cuticule de la face inférieure (gross. 5).

Fig. 16. Pinnule de *Cycadopteris Brauniana* provenant d'une fronde à pinnules contiguës (fronde fertile?). Cuticule de la face inférieure. Rotzo (Vicentin). (gross. 5).

Fig. 17. Fragment d'une des pinnules de l'échantillon, fig. 5, pl. 9, montrant les stomates groupés dans la fossette. Cuticule vue du côté interne (gross. 150).

Fig. 18. Fragment de l'échantillon fig. 16; cuticule du fond de la bande creusée en gouttière, vue du côté externe, et portant des bases de poils (gross. 150).

PLANCHE XI.

Fig. 1. *Frenelopsis Hoheneggeri* (Ettingsh.) Schenk. Terrain crétacé (étage turonien). Tranchée de Derbèze, près Bagnols (Gard). Grandeur naturelle.

Fig. 2. Fragment de cuticule de la même plante dans lequel les cellules stomatiques ont disparu (gross. 150).

Fig. 3. Coupe transversale du même (gross. 150).

Fig. 4. Fragment de cuticule de la même plante, vu du côté interne, montrant la constitution des stomates (gross. 230).

Fig. 5. Fragment de cuticule de la même plante, vu du côté externe, montrant un stomate dont l'orifice est entouré d'un cadre légèrement saillant (gross. 315).

Fig. 6. Article détaché de l'échantillon fig. 1 (gross. 4).

Fig. 7 à 10. Coupes transversales de fragments de cuticules de la même plante montrant la disposition des cellules de bordure des stomates (gross. 230).

LE

PROTHALLE ET L'EMBRYON DE L'AZOLLA

Par **M. S. BERGGREN**,
Professeur à l'Université d'Upsal (1).

Lorsque la macrospore de l'*Azolla caroliniana* a atteint son complet développement, la partie inférieure du tégument de la spore se détruit, mais la supérieure persiste et recouvre la macrospore sous forme d'une coiffe conique (pl. 12, fig. 1). L'axe du cône est occupé par un canal qui conduit de la membrane interne de la spore au sommet de l'exospore. Les filaments déliés qui entourent l'exospore dans la moitié inférieure de la spore sont proéminents; un grand nombre de *massules* couvrent toute la base de la macrospore. Les macrospores sont, à une certaine époque, assez rapprochées et les massules assez nombreuses pour que les spores s'attachent les unes aux autres par leurs massules. C'est vers ce moment que le prothalle commence à se développer à l'intérieur de la spore.

Grâce à sa forme, la macrospore se tient verticalement, de telle sorte que son axe longitudinal soit perpendiculaire à la surface de l'eau. La cavité qui occupe l'intérieur de la partie inférieure arrondie de la spore renferme un protoplasma mucilagineux épais, plus dense que toute la moitié supérieure de la spore; la région profonde de cette partie supérieure a la forme d'une pyramide à trois faces concaves; elle est occupée par un protoplasma vacuolaire. Autour se trouvent trois flotteurs, originairement encastrés dans les faces concaves de la pyramide.

A peine le prothalle a-t-il commencé son développement, à peine la macrospore s'est-elle élargie vers le sommet, que les

(1) Nous empruntons à la *Revue des sciences naturelles de Montpellier* (3e série, t. I, 1881) la traduction de ce travail, publié en langue suédoise dans *Lund Univers. Arsskrift*, t. XVI. Cette traduction est due à M. Flahault. (*Réd.*)

deux moitiés inférieure et supérieure se disjoignent; c'est par cette disjonction que se forme l'espèce de coiffe qui recouvre le sommet. Cette coiffe est soulevée peu à peu sous l'action de l'accroissement de la partie inférieure, et rejetée de façon à être bientôt perpendiculaire à l'axe longitudinal de la spore; les appareils flotteurs, aussi bien que les parties supérieures de l'enveloppe externe de la macrospore, se colorent en blanc; cette coloration est due aux vacuoles remplies d'air qui occupent cette région.

C'est dans la partie supérieure de la cavité de la spore qu'apparaît le prothalle. L'endospore élastique, colorée en jaune brun, circonscrit une cavité sphérique, un peu aplatie vers le haut; cette cavité, entourée simplement par les téguments, constitue toute la partie inférieure de la macrospore. Vue d'en haut, l'endospore laisse voir trois lignes de plus faible résistance, qui divergent à partir d'un centre commun et le long desquelles la membrane se déchire en trois lobes.

Le prothalle apparaît alors comme une lame à face supérieure bombée; il ressemble beaucoup par sa forme à un verre de montre à forte convexité. Il comprend plusieurs couches de cellules plus nombreuses vers le centre qu'à la périphérie. Le bord est formé par une simple assise cellulaire à parois très minces.

Il ne m'a pas été possible de remonter plus avant dans l'étude du prothalle; c'est là l'état le plus jeune que j'aie pu observer. Les cloisons issues de la division des cellules du prothalle sont disposées de façon à converger vers le centre de sa face supérieure. On a tout lieu de croire, d'après cela, que la situation des trois sutures le long desquelles s'opère la déhiscence de la spore est en rapport avec la formation des premières cloisons; peut-être même le nombre de ces premières cloisons détermine-t-il le nombre des déchirures de la membrane, comme cela arrive lors du développement du prothalle des Hyménophyllées. La face inférieure du prothalle, concave, est formée de cellules minces, délicates, dépourvues de chlorophylle, remplissant à peu près le tiers

supérieur de la cavité de la spore. Le prothalle est uni à l'endospore brune par une membrane peu épaisse, hyaline, recourbée comme la base du prothalle, dont elle entoure étroitement les cellules inférieures. A mesure que le prothalle s'éloigne de la spore, cette membrane le suit dans son développement, de sorte qu'il paraît reposer simplement sur la cavité de la spore.

Cette disposition présente une frappante analogie avec celle du diaphragme que l'endospore des *Marsilia* et des *Salvinia* forme au moment où elle soulève le prothalle au-dessus de la cavité de la spore (1).

Les cellules de la face supérieure du prothalle sont remplies de protoplasma ; elles renferment plus tard de la chlorophylle, qui diminue peu à peu à mesure qu'on se rapproche de le région profonde. La cavité de la spore, recouverte par la prothalle, renferme aussi du protoplasma qui devient rapidement vacuolaire par introduction d'air dans sa masse. L'archégone est constitué par quelques-unes des cellules situées au voisinage immédiat du centre du prothalle, tout près du sommet. Il est formé de quatre grandes cellules aplaties et disposées en croix, au-dessus desquelles s'en trouvent quatre autres plus hautes qui deviennent le col de l'archégone. Il a donc la même organisation que celui du *Salvinia*. Lorsque l'archégone est mûr, lorsque la cellule centrale a cessé de s'accroître, les cellules les plus voisines de l'archégone subissent des divisions plus nombreuses que les cellules qui n'y confinent pas directement.

Dans cet état de complet développement, le prothalle a une forme hémisphérique, rendue plus ou moins irrégulière par les ruptures plus ou moins profondes de l'endospore. Il est étranglé dans la région où il sort de la cavité de la spore, et toutes les cellules situées hors de cette cavité renferment de la chlorophylle.

(1) Comparez : Pringsheim, *Zur Morphologie der* Salvinia natans (*Jahrb. für wissensch. Bot.*, 1863); ou Sachs, *Traité de Botanique*, 3e édit., fig. 288.

Si l'archégone le premier formé subit la fécondation, les parties les plus voisines du prothalle manifestent un léger exhaussement, et le plus souvent il ne se produit plus de nouveaux archégones. Si, au contraire, la fécondation ne s'accomplit pas sur ce premier archégone, ce qui arrive souvent, même dans des conditions favorables, il se produit autour de lui un nombre toujours limité d'archégones nouveaux. Dans ce cas, le prothalle continue à se développer pendant quelque temps, ses parois cellulaires s'épaississent plus que dans le premier cas ; sa face supérieure s'aplatit et prend une forme assez nettement triangulaire.

La figure 3, planche 12, montre la partie inférieure de la macrospore vue par en haut, après disparition de l'exospore et des flotteurs. Le bord trilobé est formé par l'anneau membraneux qui sépare l'une de l'autre les deux régions inférieure et supérieure de la macrospore. Cette figure laisse voir les trois lobes occupés par les flotteurs ; à l'intérieur on aperçoit le prothalle. Les trois déchirures qui déterminent l'ouverture de la spore sont cachées par les parties environnantes de l'exospore. C'est vers les angles du prothalle que les archégones supplémentaires se forment, au cas où le premier n'est pas fécondé.

Quant à la position de la cellule centrale, je crois avoir découvert qu'elle est la même que dans le *Salvinia*. La coupe longitudinale du prothalle passant par l'archégone, aussi bien que l'observation de la cellule centrale en place, par la surface supérieure, me paraît démontrer qu'elle n'est pas située exactement dans l'axe de l'archégone, mais que sa position est oblique. La forme qu'acquiert l'embryon après les premières divisions de l'oosphère fécondée, confirme encore cette manière de voir. Il prend en effet l'apparence d'un rhomboïde à angles émoussés. Il est difficile de préciser, d'après des préparations conservées dans l'alcool, quel côté de la cellule centrale correspond à telle ou telle région de l'archégone. Cependant il y a de fortes présomptions en faveur de l'opinion d'après laquelle la partie destinée à former le pied et la racine

serait placée du côté du col de l'archégone, absolument comme c'est le cas pour le *Salvinia;* au contraire, les cellules initiales de la première feuille et de la tige seraient éloignées du col de l'archégone. L'observation du jeune embryon n'ayant pu être faite que sur des échantillons conservés dans l'alcool, et les coupes le détachant toujours de la cavité de l'archégone, les divisions qui s'y produisent ont été étudiées indépendamment de leurs rapports avec cette cavité.

La première division de l'oosphère est perpendiculaire à son axe longitudinal ou très légèrement oblique par rapport à cet axe.

L'oosphère étant ellipsoïde ou ovoïde, les deux cellules formées par la première cloison sont un peu différentes l'une de l'autre, tant au point de vue de la forme qu'au point de vue de leur contenu, car la cloison ne coupe pas la cellule primitive en deux parties égales (fig. 9); l'une est plus grande que l'autre. La plus petite, qui semble se trouver du côté du canal de l'archégone, est plus transparente; son contenu protoplasmique est moins coloré. La plus grande, inférieure à la première, est riche en protoplasma et en granulations. La première est l'origine du pied et de la première racine; la seconde forme la première feuille ou l'écusson, la deuxième feuille et le sommet de la tige.

La plus grande cellule se partage alors en deux autres par une cloison perpendiculaire à la première, parallèle au grand axe de l'oosphère (fig. 10). En même temps, ou immédiatement après, la cellule la plus petite se divise de la même façon : l'oosphère est ainsi divisée en quatre quartiers. La grande moitié du corps embryonnaire subit bientôt, parallèlement à l'axe longitudinal, une nouvelle division; c'est la première indication de la formation de la feuille et du sommet végétatif. L'autre partie, destinée à devenir le pied de l'embryon, subit en même temps ou un peu plus tard une division de même nature. Des cloisons se forment parallèlement à celle qui détermine la première division de l'oosphère en deux moitiés.

La combinaison de ces segmentations successives forme

finalement un corps embryonnaire divisé en deux moitiés distinctes dès le début, l'une correspondant à la feuille et à la tige, l'autre appelée à former le pied (fig. 11).

A cette période du développement, l'embryon comprend seize cellules. Je n'ai pu malheureusement trouver assez d'embryons plus âgés pour élucider tous les points obscurs de la suite du développement.

Deux cellules de la région qui formera la feuille et la tige, située au voisinage de la pointe, commencent dès lors à s'accroître et à s'élever par-dessus les autres. Leur développement est indépendant. L'une est l'origine de la deuxième feuille, l'autre devient le sommet de la tige. Le reste des cellules formées aux dépens de la première moitié de l'embryon constitue la première feuille ou écusson.

La figure 12 montre, vu par-dessus, l'embryon arrivé à ce degré de différenciation. Les deux octants représentés en haut sur la figure sont l'origine de l'écusson; chacun d'eux s'est divisé successivement dans les deux directions radiale et tangentielle. Les cellules représentées vers le bas de la figure sont l'origine de la première feuille et de la tige; l'une d'elles a subi une division radiale.

La figure 13 montre l'embryon vu de côté. La moitié inférieure est le pied; les cellules situées à gauche et en haut sont le point de départ de la deuxième feuille et de la tige, tandis que l'écusson est formé par les quelques cellules qui se trouvent verticalement au-dessus du pied. La figure 14 représente un état plus avancé; l'écusson s'y est considérablement accru et commence à devenir engainant; la deuxième feuille et le sommet de la tige s'y montrent déjà comme deux mamelons séparés par un sillon dont la situation indique la direction du développement. Entre l'écusson et ce sillon, deux poils commencent à se former.

Dans la zone qui forme la partie supérieure du pied, apparaissent quatre cloisons tangentielles, et les cellules qui en résultent se partagent ordinairement en trois, de telle sorte qu'une coupe transversale montre deux cellules médianes en-

tourées de six autres périphériques. Une série de divisions se produit ultérieurement dans le même ordre jusque dans la partie supérieure du pied.

La partie frontale de la moitié supérieure du corps embryonnaire, qui deviendra la tige, est séparée par un sillon profond de sa partie dorsale, qui deviendra l'écusson. Nous donnons ici le nom d'écusson à la première feuille; elle paraît, en effet, homologue de l'écusson du *Salvinia*.

L'écusson ne tarde pas à s'accroître considérablement au-dessus du sommet de la tige et à entourer le bourgeon terminal comme d'un cornet (fig. 15).

Dès l'époque où l'écusson et le sommet de la tige paraissent nettement séparés, l'embryon prend une position verticale, de sorte que son sommet est dans le prolongement de l'axe longitudinal de la spore. Suivant l'opinion que j'émettais plus haut, d'après laquelle la cellule centrale de l'archégone serait oblique, l'embryon aurait donc nécessairement changé un peu de position pendant son développement, pour se mettre exactement dans l'axe de l'archégone.

La cellule initiale de la deuxième feuille se divise successivement par des cloisons obliques les unes par rapport aux autres; son développement suit ultérieurement le développement normal habituel de la feuille. La cellule la plus voisine, que je crois devoir considérer comme une cellule terminale de la tige, se développe d'une façon vigoureuse comme la cellule terminale de la tige développée.

La figure 14 montre en f^2 la cellule initiale de la deuxième feuille avec une trace de cloison; en *t*, on voit la cellule terminale de la tige divisée en deux cellules par une cloison oblique. L'extérieure, proéminente, est la première indication d'une troisième feuille. Sans pouvoir préciser si la cloison qui sépare la cellule initiale d'une feuille est toujours oblique par rapport à la tige, j'ai tout lieu de croire que son développement est identique à celui d'une feuille quelconque au sommet de la tige développée.

Les feuilles engainées par l'écusson avec le sommet de la tige se forment alternativement à droite et à gauche.

La feuille extérieure est concave et recouvre le sommet de la tige. Le repli en forme de crochet, que Strasburger a signalé au sommet de la tige développée, n'a pas encore apparu à cette époque.

La jeune plante modifie maintenant sa forme extérieure, qui dépend avant tout du développement de l'écusson ; il constitue, en effet, à lui seul la plus grande partie de l'embryon ; il enveloppe presque complètement les jeunes feuilles et la tige, et forme autour d'elles une gaine ovoïde un peu amincie du côté du pied, large au contraire vers le sommet, ouverte par une fente oblique. Dans cet état, l'*Azolla* présente à peu près la forme d'un embryon de *Commelyna* au moment de la germination, l'écusson ayant l'apparence d'un cotylédon engainant.

Jetons maintenant un coup d'œil rapide sur les modifications que la germination fait subir au prothalle et au tégument de la spore.

La partie supérieure du prothalle est déchirée dès que l'oosphère a subi quelques divisions, mais cette déchirure n'a pas nécessairement lieu à travers les cellules du col ; c'est, au contraire, à quelque distance de là que se produit la déchirure du prothalle, de façon que le col de l'archégone tout entier est simplement rejeté de côté, comme dans le *Salvinia ;* l'embryon est par suite enchâssé dans le prothalle comme dans une gaine.

C'est toujours du côté dorsal de l'embryon qu'est rejeté le col de l'archégone ; ce fait donne une grande vraisemblance à l'hypothèse de l'obliquité de l'oosphère dans l'archégone.

En même temps, le prothalle élargit le canal ménagé entre les trois flotteurs (fig. 8), et s'élève jusqu'à la partie supérieure de la macrospore. La coiffe formée par le sommet de l'exospore est nécessairement soulevée par l'écartement de plus en plus grand des flotteurs, et devient perpendiculaire à l'axe de la macrospore (fig. 2).

Les filaments fibriformes qui se trouvent entre la coiffe et les flotteurs prennent, dès la chute de la coiffe, l'aspect d'une

collerette ou d'un entonnoir au point où convergent les trois flotteurs (fig. 2). La position oblique de l'oosphère est probablement aussi la cause de la déhiscence de la coiffe, qui s'opère toujours obliquement de la même façon et du même côté par rapport à l'embryon. C'est du côté antérieur, du côté frontal de l'embryon, qu'elle est rejetée.

J'ai trouvé fréquemment, sous la coiffe, des cellules très réfringentes, déjà signalées par Griffith et par Strasburger : ce sont des cellules isolées de *Nostoc*, comme on en trouve fréquemment dans diverses parties des végétaux. Ces cellules peuvent se développer plus tard à l'intérieur de l'écusson, entre sa face interne et le bourgeon qu'il protège. Il est assez remarquable que ces cellules égarées sous la coiffe de l'*Azolla* se rencontrent au voisinage de l'archégone et sur le chemin que les anthérozoïdes doivent suivre pour opérer la fécondation.

Lorsque la coiffe tombe, le pied de l'embryon remplit déjà tout le canal, l'écusson proémine largement au-dessus de la macrospore. Les cellules du prothalle et de l'embryon renferment de la chlorophylle, mais elle diminue dans le prothalle à mesure que l'embryon se développe.

Les cellules du pied sont transparentes et renferment peu de matières organiques, à l'exception toutefois de celles qui mettent directement le pied en rapport avec le prothalle.

Après la chute de la coiffe, les bords de l'écusson s'accroissent de plus en plus, jusqu'à complet développement du cornet engainant que j'ai décrit (fig. 15).

La macrospore flotte au-dessus de la surface de l'eau, et l'écusson repose sur cette surface. A peine la coiffe a-t-elle disparu, que l'embryon se dégage de la macrospore, pour vivre libre sur l'eau avec le pied dirigé vers le bas. La jeune plante, devenue indépendante, ressemble beaucoup au *Grantia microscopica*. La membrane délicate formée par l'écusson, n'ayant qu'une seule couche de cellules, se replie légèrement en arrière, et le bourgeon qu'elle recouvrait épanouit successivement ses feuilles.

Avant que l'embryon se sépare de la macrospore, la première racine a fait son apparition à côté du pied et le système vasculaire s'est dessiné déjà. Le premier faisceau vasculaire apparaît dans la substance du pied et se divise en branches : l'une d'elles se dirige vers l'écusson, l'autre vers le bourgeon foliaire ; ces deux branches réunies forment un faisceau radical unique.

La première racine naît vers la base du pied et à sa face dorsale ; elle se développe aux dépens de deux ou trois couches cellulaires périphériques du pied. La figure 18 montre une coupe d'une jeune racine ; les deux couches les plus extérieures formeront la gaine radiculaire (coléorhize) ; les cellules plus obscures qu'elles recouvrent produiront en partie la coiffe, en partie la cellule terminale, et par suite le corps de la racine.

Dès les débuts du développement, aussi bien que plus tard, la situation des feuilles est bilatérale ; elles sont concaves ; toute feuille plus jeune recouvre la feuille qui la précède immédiatement du même côté ; elles sont entières, tandis que dans la plante développée elles sont profondément bifides.

La première racine déchire sa gaine sans présenter de phénomène particulier ; cette première racine n'acquiert pas de développement aussi grand que celles qui suivent ; sa surface externe produit des poils ; son sommet est protégé par une courte coiffe que l'on trouve souvent complètement retournée, n'adhérant au sommet de la racine que par un seul point.

La deuxième racine naît à la base de la première feuille végétative, elle est plus développée que la précédente ; il en est de même de toutes celles qui se forment plus tard, la coiffe qui les couvre est surtout bien plus grande. La racine est complètement couverte de poils, à l'exception de la région immédiatement voisine de la coléorhize. Chaque cellule épidermique de la racine produit successivement un poil. Tant que ces poils sont recouverts par la coiffe, ils forment de courtes papilles à la surface de l'épiderme, mais ils se développent rapidement aussitôt que la coiffe est tombée.

J'ai trouvé des poils normalement formés par *toutes* les cellules épidermiques chez les jeunes plantes d'*Azolla caroliniana* issues de spores. Chez les plantes âgées de cette espèce, les poils manquent ou sont représentés seulement par des papilles peu nombreuses et peu proéminentes. Chez l'*A. rubra*, ils apparaissent comme des papilles au-dessous de la coiffe, mais ils tombent dès que la coiffe cesse de les recouvrir, car on trouve alors la surface de la racine tout à fait lisse.

Chez l'*A. pinnata*, les racines sont complètement revêtues de longs poils, qui leur donnent un aspect plumeux.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII

Dans toutes les figures, *c* désigne la coiffe; *pr*, le prothalle; *ar*, l'archégone *fl*, les flotteurs; *éc*, l'écusson; *p*, le pied; *t*, la tige; *f*, les feuilles: *ft*, les initiales communes de la tige et des feuilles; *r*, la racine. — Les chiffres placés entre parenthèses indiquent le grossissement.

Fig. 1. Coupe longitudinale de la macrospore, avant le développement du prothalle (70).

Fig. 2. Trois macrospores, avec les flotteurs plus ou moins écartés et la coiffe plus ou moins repoussée; l'embryon *em* sort de deux de ces macrospores (35).

Fig. 3. Coupe transversale d'une macrospore, pratiquée immédiatement au-dessous des flotteurs, montrant l'endospore ouverte et la face supérieure du prothalle avec trois archégones vus d'en haut (70).

Fig. 4. Prothalle avec trois archégones, vus d'en haut (90).

Fig. 5. Prothalle vu de côté (90).

Fig. 6. Jeune archégone vu de côté (90).

Fig. 7. Le col de l'archégone vu d'en haut (90).

Fig. 8. Coupe longitudinale de la macrospore et du prothalle (70).

Fig. 9-10. Premières divisions de l'oosphère (320).

Fig. 11. Embryon vu de côté (90).

Fig. 12. Embryon vu d'en haut, avec l'écusson, et le début de la tige et de la feuille différenciés (320).

Fig. 13. Embryon vu de côté (320).

Fig. 14. Embryon vu d'en haut, avec l'origine de la feuille et de la tige sous forme de deux mamelons; entre eux, on voit deux poils (320).

Fig. 15. Embryon avec la deuxième feuille et le sommet de la tige; derrière la tige on aperçoit une troisième feuille; entre la tige et l'écusson considéré comme première feuille, on voit deux feuilles (90).

Fig. 16. Embryon avec deux jeunes feuilles (90).

Fig. 17. Jeune plante flottant librement sur l'eau (35).

Fig. 18. Jeune plante en coupe longitudinale (70); on y voit la marche des faisceaux vasculaires et le développement de la première racine.

OBSERVATIONS

SUR

LES LORANTHACÉES

Par M. TREUB,
Directeur du Jardin botanique de Buitenzorg (Java).

Les parasites phanérogames ont en commun avec beaucoup d'organismes parasites de présenter, outre les conséquences directes de leur manière de vivre, d'autres particularités plus ou moins remarquables.

Il y a dégradation organique et confusion de fonctions, pour des organes qui ne devraient pas nécessairement être affectés, à ce qu'il semble, par les conditions particulières dans lesquelles s'effectue le développement de l'organisme. Aussi cette dégradation et cette confusion ne sont-elles considérées comme effets indirects du mode de vivre du parasite que parce qu'il y a très souvent coïncidence entre elles et le parasitisme. Toujours est-il que ces conséquences indirectes, s'il est permis de les nommer ainsi, n'en constituent pas moins des traits aussi intéressants que caractéristiques des plantes parasites.

S'il faut fournir des preuves à l'appui de ce que je viens d'avancer, il n'y a qu'à renvoyer à la famille dont le nom se trouve en tête de cet article. On peut répéter encore aujourd'hui ce que le grand botaniste de Genève disait, il y a quarante ans, de la famille des Loranthacées : « qu'elle mérite un intérêt particulier, vu qu'elle n'est pas moins remarquable par sa végétation que par sa structure (1). » Seulement il n'y a plus lieu de se plaindre maintenant, comme le faisait A. P. de Candolle, de ce que l'étude de cette famille ait été trop négligée.

Aux travaux d'ensemble de A. P. de Candolle lui-même, de Blume, de Martius, de Korthals et d'autres, ceux de M. Wyd-

(1) A. P. de Candolle, *Mémoire sur la famille des Loranthacées.* Paris, 1830, p. 1.

ler, de M. Baillon et de M. Eichler sont venus faire suite, de nos jours. Les observations sur le parasitisme des Loranthacées par Malpighi, du Hamel, Gaspard, Mirbel, Schauer et Dutrochet, ont été complétées par les recherches d'Unger, de Griffith et de M. Karsten, mais surtout, dans les derniers temps, par un travail détaillé de M. de Solms-Laubach. Enfin, pour ce qui concerne la structure remarquable qu'offrent les Loranthacées, notamment dans leurs parties florales, les beaux mémoires de Decaisne et de Griffith ont précédé ceux de Treviranus, de Meyen, de Hofmeister et de M. Van Tieghem.

Malgré les noms illustres qui se rattachent à l'étude de cette famille, il reste beaucoup à faire cependant avant qu'elle soit aussi bien connue qu'elle le mérite. Cela s'explique d'ailleurs. En effet, les suites secondaires de leur parasitisme, dont je viens de parler, se traduisent chez les Loranthacées par de profondes dégradations dans les organes sexués, et plus particulièrement dans les parties essentielles de l'ovaire, les placentas et les « ovules ». Ces dégradations comptent réellement parmi les points les plus intéressants dans l'histoire naturelle des Loranthacées; seulement il n'est pas possible de les étudier convenablement sur des spécimens desséchés. Les études délicates de ce genre réclament surtout des matériaux bien conditionnés, dans tous les stades possibles du développement. Il est vrai qu'on pourrait les faire en majeure partie sur des pièces conservées dans l'alcool, mais elles sont bien plus faciles à exécuter par les botanistes demeurant dans les pays où croissent beaucoup de Loranthacées. Or elles habitent de préférence les régions tropicales, là où bien peu de botanistes sont convenablement installés pour pouvoir faire au microscope des investigations soignées. Il en résulte que l'évolution des placentas, des « ovules » et des embryons des Loranthacées, quelque intéressante qu'elle soit, est bien peu connue. Il n'y a, au fond, que le Gui et le *Loranthus europæus* (1), qui soient

(1) Ceux qui tiennent à une séparation des Viscées et des Loranthées ne m'en

bien étudiés à ces égards, et même pour ces deux plantes nos connaissances ne sont pas complètes. Ainsi, les données fournies par Hofmeister sur le développement des sacs embryonnaires du *Loranthus europæus* sont loin d'être suffisantes.

Ces considérations m'ont amené à profiter de l'excellente occasion offerte ici, pour étudier les Loranthacées, surtout au point de vue du développement de leur gynécée et de leurs embryons. Avant de venir aux trois parties de mes observations que je publie aujourd'hui, il y a un point encore sur lequel je demande la permission de m'arrêter un instant.

Les résultats obtenus par les recherches organogéniques sur le gynécée des Loranthacées nous mettront d'abord en état d'établir les homologies entre les parties essentielles de l'organe femelle des Loranthacées, d'une part, et des Angiospermes normaux, d'autre part. Ou, pour s'exprimer plus clairement, grâce à ces résultats nous pourrons indiquer, non seulement qu'il y a une notable dégradation, mais aussi *sur quels organes* elle a porté. C'est la principale question, au point de vue de la morphologie.

Toutefois il y a une autre manière d'envisager ces résultats, et à laquelle j'attache pour moi une grande importance. Après avoir décidé quels sont les organes atteints par la dégradation, il s'agit d'établir *comment* ces parasites savent s'en tirer à moins de frais que les autres plantes; de quelle manière ils peuvent se passer d'une organisation paraissant indispensable presque partout ailleurs (1). A ce point de vue physiologique, les recherches sur les Loranthacées méritent, ce me semble, le plus grand intérêt. C'est encore de cette façon seulement que l'on aura la chance de découvrir un jour le lien mystérieux qui paraît unir au parasitisme le manque de différenciation physiologique et morphologique chez le parasite.

voudront pas, j'espère, si je continue à les unir dans ce travail sous le nom commun de Loranthacées.

(1) Il va sans dire que j'ai en vue les dégradations considérées comme suites indirectes du parasitisme.

Afin de rendre les descriptions suivantes aussi claires que possible, je commencerai toujours, à quelques exceptions près, par l'exposé de ce que j'ai observé moi-même. La discussion des vues théoriques et des points de rapport entre les résultats obtenus par d'autres botanistes et les miens sera reléguée à la fin de chaque partie.

I

Développement des sacs embryonnaires dans le Loranthus sphærocarpus Bl.

Les jeunes bourgeons floraux du *Loranthus sphærocarpus* renferment tantôt trois, tantôt quatre carpelles. On voit deux jeunes carpelles, en coupe longitudinale, au centre de la figure 1, planche 13. Quoiqu'une quantité de fleurs aient passé par mes mains, je n'ai pu découvrir une préférence marquée dans le nombre des carpelles; les cas où il y en a trois ne sont pas plus fréquents que ceux où l'on en trouve quatre. Sur des coupes transversales de l'ovaire ou du style, on distingue facilement le nombre des carpelles (fig. 5 *a*, 5 *b*, 6 *a*, 6 *b*, 7).

Bientôt les carpelles s'unissent dans leurs parties supérieures, en circonscrivant en bas une cavité ovarienne étroite; peu de temps après, on voit s'élever un petit mamelon hémisphérique, au fond de cette cavité (fig. 2 et 3) (1). A mesure que ce mamelon hémisphérique s'élève, on s'aperçoit qu'il est soudé aux parties saillantes des carpelles, et qu'il ne reste détaché de la paroi ovarienne que dans les trois ou quatre endroits intermédiaires. C'est ce qu'on peut suivre sur une série de coupes transversales, mais souvent aussi sur des sections longitudinales. Ainsi, dans le cas de la figure 4, le mamelon était libre du côté gauche et uni au carpelle à droite. Pour mieux distinguer,

(1) Hofmeister a vu un mamelon pareil dans le *Loranthus europæus* (*Neue Beitr. z. Kenntn. der Embryobildung*, 1859, p. 540, 541), et Griffith dans une espèce de *Viscum* (?) : *The ovula of Loranthus and Viscum* (*Trans. Linn. Soc.*, XVIII, p. 74).

sur des coupes transversales, les trois ou quatre endroits où l'union du mamelon avec la paroi ovarienne fait défaut, je me suis servi de la contraction que l'alcool exerce souvent sur les jeunes cellules. Dans le cas qui nous occupe, l'alcool opère une forte contraction des cellules sur toute la superficie libre du mamelon. De la sorte, on voit plus distinctement les trois ou quatre canaux qui longent le mamelon, depuis sa base, et communiquent en haut avec la cavité de l'ovaire. Ainsi dans la figure 6 *a*, prise d'après une pièce traitée par l'alcool, trois canaux, en coupe transversale, sont bien visibles; ils entourent une partie centrale qui appartient au mamelon cellulaire, uni en trois endroits à la paroi ovarienne.

En examinant des bourgeons un peu plus âgés, on trouve que le mamelon ne s'élève plus beaucoup; ses cellules supérieures s'agrandissent, surtout celles de l'épiderme, qui s'avancent dans la cavité ovarienne et tendent par là à la rendre encore plus petite (fig. 10). Les carpelles eux-mêmes prennent part à ce rétrécissement de la cavité ovarienne. Leurs parties qui font saillie en dedans s'unissent d'abord de façon à laisser libres trois ou quatre (1) canaux étroits, bien visibles, après un traitement par l'alcool, dans la figure 6 *b*. Peu après, le tissu des différents carpelles se confond entièrement, jusque immédiatement au-dessus des cellules agrandies du mamelon hémisphérique (fig. 12, 13 *a*, pl. 14); de la sorte tout l'ovaire est devenu solide, sa cavité a tout à fait disparu. Bientôt il n'est même plus possible de distinguer la limite supérieure du mamelon. On voit alors, au milieu de l'ovaire solide, des rangées longitudinales continues de cellules, mais dont les éléments sont néanmoins d'origine différente; une partie des cellules d'une même rangée provient du mamelon hémisphérique, une autre partie des faces internes des carpelles, avancées jusqu'au centre de l'ovaire.

Pour le *Loranthus europœus*, Hofmeister a décrit une soudure analogue du mamelon avec les parties internes des

(1) Les nombres trois ou quatre dépendent toujours du nombre des carpelles.

carpelles, mais il n'a pas indiqué les détails de cette singulière réunion intime (1). Pour le Gui, Hofmeister a décrit la même chose, mais M. Van Tieghen n'a pu trouver de mamelon hémisphérique dans cette plante. D'ailleurs M. Van Tieghem considérait comme peu vraisemblable l'existence préalable d'un pareil mamelon dans le Gui, parce que, au centre de l'ovaire solide, « on peut suivre la même file verticale de cellules depuis le stigmate jusqu'entre les sacs embryonnaires. » Le savant professeur du Muséum ajoute : « ce qui évidemment n'aurait pas lieu si dans l'intervalle on passait d'un organe dans un autre (2). » Je dois avouer que je ne doutais pas non plus, à priori, de la valeur de cet argument. Seulement, ce que j'ai vu chez le *Loranthus sphærocarpus* m'a obligé de changer d'avis sur ce point ; il se trouve que des files continues de cellules peuvent être constituées d'éléments hétérogènes quant à leur origine.

Pendant que la cavité ovarienne disparaît par cette soudure, des changements interviennent à l'intérieur des segments libres du mamelon hémisphérique.

Sur une coupe transversale, menée un peu au-dessus de l'insertion du mamelon, dans un ovaire où la cavité existe encore, les cellules de ces trois ou quatre segments libres tranchent, par leur protoplasma plus dense, sur le tissu environnant. Dans la figure 8, ces cellules des segments libres sont teintées en gris ; on verra que chaque groupe se compose de quelques cellules épidermiques avec des éléments d'une ou de deux assises sous-jacentes.

Sur des coupes longitudinales de bourgeons plus avancés, les segments libres, qui s'étendent faiblement en sens latéral (comp. la fig. 10 à la fig. 4), présentent un agrandissement notable de plusieurs de leurs cellules sous-épidermiques (fig. 10). Bientôt quatre ou cinq de ces cellules prennent le

(1) Hofmeister, *loc. cit.* (*Abhandl. d. Königl. Sachs. Gesellsch. d. Wiss.*, Bd VI, p. 541).

(2) Ph. Van Tieghem, *Anatomie des fleurs et du fruit du Gui* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, *Bot.*, t. XII, 1869, p. 123, 124).

dessus ; on en voit presque toujours deux sur une coupe axile (fig. 11, 12, 13 *a*, 13 *b*, pl. 14). Ces grandes cellules, qui d'abord n'ont qu'une position plus ou moins inclinée, finissent par devenir presque verticales (fig. 12, 13) ; ce changement de direction résulte de l'allongement basipète des segments libres, comme le montrent les figures.

Au moment où l'ovaire est devenu solide, les grandes cellules sont ordinairement encore indivises (fig. 13 *a*). Elles sont entourées d'une couche de cellules dépourvues d'amidon ; cette couche est enveloppée, de tous les côtés, de cellules remplies de grains d'amidon (fig. 13 *b*). Plusieurs des cellules à protoplasma ont fait partie de l'épiderme du mamelon, qui a entièrement perdu son autonomie à cette époque. Plus haut dans l'ovaire, on découvre trois ou quatre faisceaux de cellules à amidon (voy. la coupe transversale de la fig. 9, pl. 13). Ces faisceaux, qui jouent un rôle plus tard, sont disposés autour de l'axe et forment la continuation directe des couches de cellules à amidon autour des « grandes cellules ». Celles-ci, qui ont tardé à se développer jusqu'alors, prennent tout à coup un nouvel essor ; une fois la segmentation commencée, chacune d'elles se trouve rapidement divisée en trois cellules filles (fig. 16) (1). Le fait qu'on trouve toujours plusieurs noyaux en même temps en train de se diviser (fig. 14, 15) dans les groupes de grandes cellules, prouve qu'en effet les divisions s'y succèdent dans un bref délai.

La cellule *supérieure* d'une des rangées résultant de ces divisions commence à s'agrandir ensuite beaucoup plus que les éléments environnants ; elle constitue un *sac embryonnaire* surmontant deux *anticlines* (2), qui restent longtemps visibles (fig. 17, 18, et pl. 15, fig. 19). Donc les grandes cellules sous-

(1) Trois est le nombre normal des cellules filles.

(2) M. Mellink et moi nous avons trouvé de même de véritables « anticlines » (Vesque) dans l'*Agraphis patula*. J'ai déjà fait remarquer qu'il se trouve par erreur « synergide » au lieu « d'anticline » dans notre Notice (*Arch. Néerl.*, t. XV) ; il y a une autre faute encore à corriger : à mettre plusieurs fois « nucelle » au lieu de « nucleus ». M. Mellink étant en voyage et moi voguant vers Java, nous n'avons pu corriger les épreuves nous-mêmes.

épidermiques, dans les segments libres du mamelon, étaient des cellules mères de sacs embryonnaires; quoiqu'elles se divisent toutes, il n'y en a qu'une, dans chaque segment, ayant le privilège d'engendrer un sac embryonnaire développé. Puisque les choses se passent de la même manière dans chaque segment, il y a toujours plus tard dans un ovaire autant de sacs embryonnaires qu'il y avait auparavant de segments libres et par conséquent de carpelles.

En même temps le tissu cellulaire, dans la partie inférieure de l'ovaire, s'est différencié de manière à former une gaine de cellules collenchymateuses. Cette gaine, allongée en pointe en bas, est ouverte vers le haut; elle est teintée en gris dans la figure 21 (à moitié schématique) de la planche 15. J'ai représenté, à un plus fort grossissement, dans la figure 20 de la même planche, la partie basale de cette gaine, en coupe longitudinale. On verra dans la suite que la gaine de collenchyme joue un rôle important lors du développement de l'embryon (1).

Les sacs embryonnaires subissent un allongement considérable (fig. 19). Ils commencent à s'allonger dans une direction ascendante, *en suivant exactement les axes des faisceaux à amidon, dont j'ai parlé plus haut.* C'est ce qu'on voit très bien sur une série de coupes transversales du même ovaire ; une de ces coupes est représentée dans la figure 25 ; chaque sac embryonnaire y occupe le centre d'un groupe de cellules à amidon (comp. cette figure à la figure 9, pl. 13). Il n'arrive qu'à titre d'exception qu'un des sacs s'égare en route et se trouve à côté du faisceau de cellules à amidon qui lui était destiné (fig. 24).

Les sacs embryonnaires montent jusqu'à la base du style, en s'élargissant un peu (fig. 22, 23). En même temps que leurs parties supérieures approchent du sommet de l'ovaire, leurs extrémités inférieures s'allongent aussi et descendent dans la gaine de collenchyme (fig. 22, 26). Les anticlines disparaissent entièrement, et sur des préparations bien réussies on découvre

(1) Un tissu analogue, à ce qu'il paraît, à cette gaine de collenchyme, a été décrit par Hofmeister, pour le *Loranthus europæus*, sous le nom de « chalaze » (*loc. cit.*, p. 540).

l'extrémité du sac embryonnaire, effilée en pointe, appliquée en dedans contre les cellules collenchymateuses de la gaine (fig. 26). Pour qu'on puisse se faire une idée de l'allongement que subissent les sacs embryonnaires, j'ai représenté un sac embryonnaire adulte dans la figure 22, à droite, tandis que le sac de la figure 19 est indiqué, à gauche, dans la figure 21. Quoique les figures 21 et 22 soient à moitié schématiques, les dimensions relatives des sacs embryonnaires y sont fidèlement reproduites.

Il suit de la description donnée, que les sacs embryonnaires s'étendent, tant en bas qu'en haut, bien au delà des limites primitives du mamelon dont ils proviennent; c'est ce qu'on peut affirmer positivement, quoiqu'il ne soit plus possible de distinguer ces limites. La direction dans laquelle se fait l'allongement des sacs embryonnaires est déterminée à deux égards : d'abord par la direction des faisceaux de cellules à amidon, ensuite par la position de la gaine de collenchyme. Car normalement, je le répète, chaque sac embryonnaire du *Loranthus sphærocarpus* occupe dans sa partie supérieure l'axe d'un de ces faisceaux, tandis que de l'autre côté ils entrent tous dans la gaine de collenchyme.

Sur ces entrefaites, des changements sont survenus dans le contenu des sacs embryonnaires. Après la première division du noyau du sac, un des jeunes noyaux monte dans le sommet du sac et s'y segmente à son tour (fig. 18, 19). Je n'ai pas réussi à voir d'autres divisions de noyaux; je n'ai jamais vu d'antipodes, tout au plus un noyau libre dans la moitié inférieure du sac. Dans le sommet élargi des sacs adultes, j'ai toujours trouvé deux noyaux, dont un me semblait être libre, tandis que l'autre appartenait à l'œuf (fig. 23). Toutefois je dois avouer que les sacs embryonnaires du *Loranthus* sont si étroits et si longs, que peut-être des noyaux m'ont échappé; pour ce qui concerne l'appareil sexuel, des erreurs sont peu probables.

Les sacs développés ont une membrane épaisse (fig. 23, 26, 27); leur protoplasma pariétal contient de nombreux

grains d'amidon, qui proviennent sans doute du parenchyme environnant ; cet amidon représente les matériaux dont l'embryon fera usage pour l'accroissement de ses membranes.

Nous arrivons maintenant aux conclusions théoriques qu'il faut déduire des faits observés. Il ne s'agit, au fond, que de déterminer la valeur morphologique du mamelon. L'opinion fixée sur ce point, il ne sera plus difficile de s'entendre sur ce qu'il faut nommer « ovule » dans le *Loranthus*. Comme je l'ai rappelé plus haut, Griffith trouva en 1834 dans un *Viscum* étudié par lui aux Indes anglaises, un mamelon hémisphérique (*nipple-shaped process*) dans le jeune ovaire, pareil à ceux des *Loranthus europæus* et *sphærocarpus* (1). Griffith en disait en 1836 : « il y a une ressemblance évidente entre le processus en forme de mamelon du *Viscum* et le placenta libre et central des Santalacées (2). » Dans un mémoire lu plus tard à la Société royale de Londres, l'éminent botaniste est revenu sur ce point en expliquant pourquoi il avait considéré son *nipple-shaped process* comme analogue à un placenta (*rather analogous to a placenta*) (3).

Hofmeister prend, au contraire, le mamelon hémisphérique du *Loranthus europæus* pour un ovule sans tégument, libre et unique dans chaque ovaire (4). A un autre endroit du même mémoire, il ajoute encore : « Ce serait agir avec peu de prudence que de considérer comme placenta l'organe que j'ai nommé ovule. Je ne puis pas m'y résoudre à cause de la masse de tissu située au-dessous de cet ovule, et qui ressemble à une chalaze. » Il lui est venu quelques doutes plus tard. En parlant de l'ovule des Balanophorées, il fait remarquer au bas de la page (5) que « l'ovule » des Loranthacées des tropiques pourrait bien être un placenta. Mais à tout prendre, Hofmeister assigne

(1) Griffith, *Ovula of Loranthus and Viscum*, *loc. cit.*, p. 74.

(2) *Loc. cit.*, p. 78.

(3) Griffith, *On the ovulum of Santalum, Osyris, Loranthus and Viscum*, (*Trans. Linn. Society*, vol. XIX, p. 182).

(4) Hofmeister, *loc. cit.*, p. 541.

(5) *Loc. cit.*, p. 601.

aux Loranthacées un ovule orthotrope, dépourvu de tégument et renfermant plusieurs sacs embryonnaires.

Griffith, pour qui le mamelon représentait un placenta, était d'avis que, chez les *Viscum* et les *Loranthus*, chaque sac embryonnaire représente un ovule réduit au minimum (1). Quant à l'essentiel, l'opinion professée par M. Decaisne dans son célèbre mémoire sur le Gui ne diffère pas de celle de Griffith (2). M. Van Tieghem s'est rangé de même du côté de ces auteurs en disant (3) : « C'est donc, en définitive, l'opinion ancienne de MM. Griffith et Decaisne, convenablement complétée et modifiée, que les observations organogéniques et anatomiques me conduisent à adopter pour expliquer la structure remarquable de la fleur femelle du Gui. »

La manière dont il faut envisager le « mamelon » du *Loranthus sphærocarpus* ne me semble pas douteuse. Aucune raison ne nous engage à considérer le processus hémisphérique comme un ovule réduit à son nucelle. Nulle part plusieurs groupes de cellules mères de sacs embryonnaires ne naissent dans les parties latérales d'un nucelle, comme cela serait le cas chez le *Loranthus* si le mamelon en litige méritait le rang d'ovule.

Vouloir considérer le mamelon comme ovule, seulement parce qu'on croit pouvoir assigner à la gaine de collenchyme la valeur d'une chalaze, comme Hofmeister l'a fait, c'est entrer de plain-pied dans le domaine des hypothèses gratuites et superflues.

En tenant compte de ce qui a été décrit plus haut, à propos de la genèse des sacs embryonnaires et surtout de leurs cellules mères, et en comparant ces résultats à ce que nous savons actuellement de l'évolution des sacs embryonnaires en général, il n'y a que l'hypothèse suivante qui me paraisse soutenable. *La région axile du mamelon constitue un placenta, et les trois*

(1) Griffith, *Ovulum of Santalum, Osyris*, etc. (*loc. cit.*, p. 181, 193, 194, 195).

(2) Voy. Van Tieghem, *Anat. des fleurs et du fruit du Gui* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, *Bot.*, t. X, p. 122).

(3) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 124.

ou quatre segments latéraux libres, qui se produisent, sont des ovules rudimentaires. La pluralité des cellules mères de sacs embryonnaires, dans chaque segment, empêche d'assigner le rang d'ovules aux sacs embryonnaires mêmes.

Mon hypothèse se trouve singulièrement appuyée par ce qui a lieu dans la famille voisine des Santalacées, et à cet égard il n'y a qu'à invoquer, en faveur de ma manière de voir, les mêmes arguments dont s'est servi Griffith pour prouver la vérité de la sienne. Tandis que les *Thesium* peuvent servir de type pour ces Santalacées où les ovules sont insérés vers le sommet de la colonne placentaire centrale (1), le genre *Santalum* se rapproche déjà plus des *Loranthus*, en tant que ses ovules, dépourvus de téguments comme ceux de toutes les Santalacées, sont insérés près de la base du placenta. Enfin dans l'*Osyris nepalensis*, le développement et la forme du placenta et des ovules rudimentaires, décrits et figurés par Griffith, présentent des rapports manifestes avec la manière dont se passent les choses dans les *Loranthus* (2). Il n'y a qu'à se figurer les ovules rudimentaires de l'*Osyris* encore plus réduits, pour ne plus avoir, en définitive, que les segments libres d'un mamelon placentaire de *Loranthus*. La forme recourbée qu'ont les ovules dans l'*Osyris nepalensis* (3) pourrait expliquer, à la rigueur, comment les sacs embryonnaires du *Loranthus* s'allongent en direction ascendante. Seulement lorsqu'on a affaire à des dégradations aussi profondes que celles offertes par les Loranthacées, il faut se garder de vouloir pousser trop loin les recherches d'homologies et de points de rapports avec les cas normaux.

A d'autres égards encore, les Loranthacées ressemblent aux

(1) On sait par les recherches de M. Van Tieghem (*Anatomie de la fleur des Santalacées*, *Ann. d. sc. nat.*, 5e série, *Bot.*, t. XII, p. 340) que cette colonne placentaire n'appartient pas plus à l'axe floral que celle des Primulacées et des Théophrastées; elle est constituée par des « talons » faisant partie des carpelles.

(2) Voy. les deux mémoires cités de Griffith, ainsi que son travail sur l'ovule du *Santalum album* (*Transact. Lin. Soc.*, vol. XVIII).

(3) Voy. tab. 18, vol. XIX, *Transact. Linn. Soc.*

Santalées. Ainsi, dans la dernière famille, les sacs embryonnaires s'allongent aussi, tant en haut qu'en bas, et très souvent ils pénètrent, par leurs parties postérieures, dans la colonne placentaire et poussent jusque dans le tissu sous-jacent. On sait que les carpelles et les ovules des Santalacées sont toujours égaux en nombre. Pour les *Loranthus*, Griffith dit ne pas avoir découvert une relation définie entre le nombre des sacs embryonnaires et les processus en forme de mamelon (1). Pour le *Loranthus europœus*, Hofmeister n'indique pas non plus de rapport constant entre le nombre des carpelles et celui des sacs embryonnaires (2). Dans le Gui, M. Van Tieghem a trouvé tantôt un, tantôt deux sacs embryonnaires pour chaque carpelle (3). Dans le *Loranthus sphærocarpus*, les choses se passent différemment, car il y a toujours autant « d'ovules » que de carpelles. C'est ce qu'on voit même encore dans les ovaires devenus solides, car il y a *un* faisceau fibro-vasculaire interne pour chaque sac embryonnaire, et le nombre de ces faisceaux internes correspond à celui des carpelles (fig. 6*a*, 7; fig. 25).

En somme, Griffith avait raison en disant (4) « que le *Santalum* forme le lien qui unit la forme la plus simple d'un ovule, comme dans les *Loranthus* et les *Viscum*, à la forme ordinaire et plus compliquée de cet organe. »

II

Embryogénie du Loranthus sphærocarpus *Bl.*

Chaque sac embryonnaire produit généralement un embryon (fig. 31, pl. 16), ce qui s'accorde avec le fait que ces sacs tirent leur origine d'ovules différents, quoique très rudimentaires.

(1) Griffith, *Trans. Linn. Soc.*, vol. XIX, p. 178.

(2) Hofmeister, *Neue Beiträge*, etc., *loc. cit.*

(3) Van Tieghem, *Anat. des fleurs du Gui* (*loc. cit.*, p. 108). Il est probable que, dans le Gui, deux cellules mères d'un même groupe peuvent produire des sacs embryonnaires.

(4) Griffith, *Ovulum of Santalum album* (*loc. cit.*, p. 64).

L'œuf fécondé paraît toujours se segmenter d'abord par une cloison longitudinale; du moins tous les embryons, même les plus jeunes, sont composés de deux files contiguës de cellules (fig. 28 *a*, 28 *b*, 29, 30 *a*, 30 *b*, pl. 15; fig. 31 à 36, pl. 16). D'après les dessins de Griffith, la même chose paraît avoir lieu dans d'autres *Loranthus*. Les figures citées montrent ce fait remarquable, que dans chaque moitié d'embryon, les cloisons se trouvent exactement à la même hauteur. Pendant que les cellules inférieures de l'embryon, ou plutôt du « proembryon » (1), continuent à se diviser de temps en temps, les cellules supérieures subissent un allongement extraordinaire (fig. 29, 30, pl. 15; fig. 33, 34, 35 *a*, 35 *b*, pl. 16; les deux dernières figures représentent les deux moitiés du même sac embryonnaire). En même temps que le proembryon s'avance, quelques cellules d'endosperme se sont formées dans le bas du sac embryonnaire, comme on le voit dans la figure 33 (représentant la moitié inférieure du sac embryonnaire de la figure 29). Bientôt le proembryon, poussé par l'allongement de ses cellules supérieures, atteint l'endosperme et le traverse (fig. 34, 35, 36 et fig. 38 *a*, 38 *b*); on voit dans ces figures que les cellules inférieures s'élargissent et commencent à se tordre (voy. surtout la fig. 35 *b*). Les cellules de l'extrémité inférieure du proembryon constituent l'ébauche de l'embryon proprement dit; la double file cellulaire est le « suspenseur ».

L'endosperme s'étend de deux manières; il s'élargit dans sa partie médiane (fig. 36, fig. 38 *a*) et s'allonge dans le sommet du sac (fig. 35, 36). Dans les cas comme ceux des figures 36 et 38 *a*, on réussit encore à distinguer les longues cellules du suspenseur au milieu de l'endosperme; plus tard cela devient beaucoup plus difficile (fig. 39, pl. 17), et le suspenseur fait souvent l'effet d'être accroché à la base dilatée de l'endosperme. Lorsque l'embryon proprement dit a pris un développement notable, il n'est plus possible de déceler la

(1) En réalité, il n'y a encore qu'un « proembryon »; la différenciation en « suspenseur » et en « embryon proprement dit » ne se fait que plus tard.

présence du suspenseur au milieu des cellules endospermiques (fig. 45 à 48).

Les cellules du suspenseur qui ont traversé l'endosperme, tordues et enroulées en spirale (fig. 39, 43, pl. 17 ; fig. 60, pl. 18), ont, par leur allongement, poussé l'ébauche de l'embryon proprement dit dans le fond de la gaine de collenchyme. C'est là que le véritable embryon commence alors à se développer; dans sa partie cotylédonaire, de petites cellules, gorgées de protoplasma, deviennent le siège d'une division cellulaire énergique, tandis que la région opposée est constituée par de grandes cellules (fig. 39 à 42, pl. 17). Par l'accroissement de l'embryon, la partie libre du suspenseur est refoulée vers l'endosperme et comprimée entre la base de celui-ci et l'extrémité radiculaire de l'embryon (fig. 39, 43).

Avant de porter l'attention sur l'endosperme, nous devons nous arrêter un instant aux embryons avortés. On sait que le fruit du Gui renferme souvent plus d'un embryon. Excepté Griffith, personne n'a trouvé jusqu'ici plus d'un embryon dans les fruits des *Loranthus*. Griffith prétend que dans le *Loranthus globosus* « l'embryon adulte » serait presque toujours en réalité un organisme complexe, résultant d'une fusion, plus ou moins profonde, des embryons engendrés dans les différents sacs embryonnaires (1). L'admiration que j'ai pour les travaux de Griffith ne saurait m'empêcher de douter de la justesse de cette assertion. Non pas que la chose en elle-même soit absolument impossible (2); mais, même à l'aide des moyens plus perfectionnés dont nous disposons maintenant dans nos recherches, il serait encore bien difficile de constater positivement cette fusion précoce des jeunes embryons. L'étude du *Loranthus sphærocarpus*, dont l'ovaire ressemble tout à fait à celui du *L. globosus*, m'a donné cette conviction.

Dans le *L. sphærocarpus*, je n'ai jamais constaté une fusion

(1) Griffith, *On the ovulum of Santalum, Osyris, Loranthus and Viscum* (*Transact. Linn. Soc.*, vol. XIX, p. 180).

(2) Puisque, dans le Gui, on trouve souvent des embryons accolés, sinon soudés.

ou une soudure de deux ou de plusieurs embryons. Au contraire, j'ai assez souvent réussi à découvrir des embryons *décidément avortés*, accrochés à la base de jeunes corps endospermiques. J'en ai représenté quelques cas dans les planches qui accompagnent ce mémoire. Ainsi dans la figure 37, planche 16, on voit un embryon avorté, dont l'extrémité s'est recourbée vers le corps endospermique d'où il est sorti. L'embryon de la figure 38 *a* n'a pas non plus pris un développement normal, ce qu'on voit tout de suite en comparant la figure 35 *b*, où l'endosperme est cependant beaucoup plus jeune. Dans chacune des figures 59 et 60, pl. 18, il y a un embryon qui ne s'est pas développé.

Pendant que l'embryon proprement dit s'accroît, caché dans la gaine de collenchyme, l'endosperme prend un développement notable. D'abord, sa partie centrale entre dans l'embouchure de la gaine (fig. 39), sans y pénétrer bien loin toutefois. Ensuite, l'accroissement de l'endosperme en sens latéral est beaucoup plus important; l'endosperme forme plusieurs lobes latéraux, qui empiètent sur les tissus environnants de l'ovaire. Dans la figure 39, on voit deux de ces lobes en coupe longitudinale; la manière dont les lobes s'avancent entre les faisceaux fibro-vasculaires est visible dans la figure 58, mi-schématique, de la planche 18, où l'endosperme est teinté en gris. L'accroissement de l'endosperme se fait surtout dans sa région inférieure, et notamment dans ses couches périphériques, où les petites cellules, remplies de protoplasma, agissent comme une espèce de méristème (fig. 39, 45, 46).

Pour le *Loranthus europæus*, Hofmeister a indiqué que les cellules inférieures de l'endosperme se segmentent plus fréquemment que celles d'en haut; cependant cette espèce est loin de présenter l'intéressant mode d'accroissement, tant périphérique que basilaire, de l'endosperme du *L. sphærocarpus* (1). Par contre, un développement analogue a été trouvé par Griffith chez quelques Loranthacées tropicales (2). Plus

(1) Hofmeister, *Neue Beitr.*, p. 543, pl. IV, fig. 8.

(2) Voy. surtout les fig. 5, 6, pl. VI, dans *Transact. Linn. Soc.*, vol. XVIII.

bas il y aura lieu de revenir sur le développement ultérieur de l'endosperme.

J'ai fait remarquer ci-dessus que l'embryon proprement dit refoule et comprime par son allongement la partie libre enroulée du suspenseur. Il arrive un moment où cette partie du suspenseur, de plus en plus comprimée, finit par disparaître tout à fait. Les grandes cellules qui occupent la région radiculaire de l'embryon, touchent alors à la base de l'endosperme (dans les fig. 45 et 47, cette région est déjà rentrée *dans* l'endosperme). Dans ce stade, l'embryon remplit encore la majeure partie de la gaine de collenchyme, comme on le voit dans la figure 46, où cette gaine est teintée en gris. Quand on porte, à cette époque, l'attention vers les sommets des sacs embryonnaires, on éprouve souvent des difficultés à retrouver les files collatérales du suspenseur. La formation de cellules endospermiques s'est avancée vers le haut du sac, et ces cellules entourent les éléments du suspenseur et les compriment de façon à ne plus les laisser reconnaître. Dans la figure 44, j'ai représenté une coupe transversale du haut d'un sac embryonnaire; deux cellules du suspenseur, qui occupent le centre, sont entourées par quatre cellules endospermiques.

Tant l'endosperme que l'embryon deviennent ensuite le siège de changements intéressants. L'embryon pénètre toujours plus avant, par son extrémité radiculaire, dans l'intérieur de l'endosperme, en détruisant les cellules endospermiques qui s'opposent à sa marche ascendante (fig. 45 à 48). Non seulement l'embryon, qui s'épaissit aussi, pénètre dans l'endosperme, mais il se retire en même temps de la gaine de collenchyme (fig. 48). Ces points méritent d'être signalés plus particulièrement. A cet effet j'ai réuni, dans la planche 18, une série de figures (51 à 57) à moitié schématiques, qui représentent les changements successifs offerts par l'endosperme et par l'embryon ; pour ce dernier, tant par rapport à la gaine de collenchyme qu'à l'endosperme. Dans ces figures, l'embryon, l'endosperme et la gaine de collenchyme sont marqués par des teintes d'intensité différente. Les figures 51, 52, 54, 55 et 56

sont prises d'après les mêmes préparations que les figures 46, 45, 48, 49 et 50.

Dans les figures 51 et 52, l'endosperme est encore peu développé et l'extrémité de l'embryon se trouve dans le fond de la gaine de collenchyme. Dans la figure 53, la partie radiculaire de l'embryon entre dans l'endosperme, qui commence à grandir; en même temps, l'embryon marque une tendance à se retirer de la gaine. Cette tendance est manifeste dans la figure 54, où il n'y a plus que l'extrémité cotylédonaire qui se trouve dans la gaine de collenchyme; la majeure partie de l'embryon est déjà englobée dans l'endosperme. Les stades suivants 55, 56 et 57 montrent comment l'embryon continue sa pérégrination. Finalement, l'extrémité radiculaire sort de l'endosperme, justement du côté opposé à celui où elle y est entrée (fig. 57).

L'endosperme lui-même participe d'une façon active à tous ces changements. Lorsque l'embryon est entré tout à fait dans l'endosperme, celui-ci se ferme petit à petit au-dessous de lui (fig.55 à 57). A cet effet, les parties situées au-dessous de l'embryon prennent un développement centripète (fig. 55 et surtout fig. 49), de sorte qu'il ne reste plus qu'un étroit canal conduisant de la gaine de collenchyme vers l'embryon. Dans une phase plus avancée, l'embryon est entièrement enfermé; à la place du canal, il n'y a plus, dans l'endosperme, qu'une ligne de démarcation (fig. 49, et surtout fig. 50). Enfin, ce dernier vestige de l'orifice disparaît aussi, et la réunion du tissu endospermique est complète (fig. 57).

Les figures 51 et suivantes montrent que l'endosperme s'est considérablement accru pendant ce temps; les parties basilaires de ses lobes finissent par envelopper, presque entièrement, la gaine de collenchyme (fig. 56, 57). Contrairement à ce qui se voit d'abord, l'endosperme s'accroît plus tard aussi dans ses régions supérieures (fig. 53 à 57) ; ce sont encore les couches périphériques qui président à cet accroissement (1).

(1) J'ai déjà fait remarquer plus haut que la figure 58, pl. 18, représente une coupe transversale d'un fruit.

Il n'est pas facile d'expliquer le mécanisme de ces change ments de place des embryons du *L. sphærocarpus*, qui commencent par pendre, à une assez grande distance au-dessous des corps endospermiques, et qui finissent par en sortir en haut. Jusqu'au moment où l'embryon atteint la base de l'endosperme, tout s'explique par l'accroissement de l'embryon. Quant à sa sortie de la gaine de collenchyme, une pression exercée par l'endosperme, qui s'étend en bas, tant sur cette gaine que sur l'embryon lui-même, y contribue beaucoup; mais je crois qu'il faut assigner en même temps à l'embryon une tendance autonome à pousser vers le sommet de l'ovaire. De même, sa marche à travers l'endosperme peut être facilitée par une pression exercée, sur l'extrémité cotylédonaire, par les parties basilaires de l'endosperme (fig. 55, 56, 57); mais il me semble que, là encore, l'accroissement autonome de l'embryon doit entrer pour beaucoup dans l'explication du phénomène.

Il reste une question à élucider, à savoir si les corps endospermiques de différents sacs embryonnaires peuvent se réunir en un seul endosperme. Des cas comme ceux présentés dans les figures 59 et 60, ne paraissent pas laisser de doutes sur la possibilité d'une pareille fusion, d'ailleurs déjà signalée pour d'autres Loranthacées (1). Mais je ne suis pas en état de décider si l'endosperme du fruit mûr a tiré son origine d'un ou de plusieurs sacs embryonnaires; je crois qu'il provient généralement d'un seul sac. Il est d'autant plus difficile de fournir des indications précises sur ce point, que les lobes d'endosperme simulent parfois des corps endospermiques à part.

Chez le *Loranthus europæus*, les relations entre l'embryon et l'endosperme rappellent de loin le *L. sphærocarpus*. Dans le *L. europæus*, Hofmeister a vu le sommet du jeune embryon sortir en bas de l'endosperme, quoique seulement à une faible distance. Plus tard, l'embryon se trouve être entouré de toute part par des cellules endospermiques; cependant l'extrémité

(1) Notamment par Griffith, *Trans. Linn. Soc.*, vol. XIX, p. 206.

cotylédonaire n'est recouverte que de deux ou trois assises de cellules (1).

Les points de ressemblance entre le *L. sphærocarpus* et le *L. globosus*, étudié par Griffith, sont bien plus nombreux. Ainsi dans cette espèce, le suspenseur est aussi formé par deux files contiguës de cellules; Griffith a découvert la même chose dans le *Loranthus bicolor* (2). L'embryon proprement dit du *L. globosus* commence aussi son développement en dehors de l'endosperme, et n'y rentre que dans une phase suivante; Griffith n'entre pas dans des détails à cet égard, il ne fournit que quelques indications générales. Je terminerai en citant ce passage du grand naturaliste anglais :

« Dans le *Loranthus globosus*, c'est seulement dans une période avancée qu'il (l'embryon) devient inclus de la manière ordinaire dans l'albumen, par la tendance constante de l'embryon à se développer dans la direction de l'axe, par la pression qu'y oppose la densité des tissus de la base de la fleur, et par l'extension vers le bas de l'accroissement de l'albumen. Arrivé à la maturité, l'embryon présente sa grande radicule faisant saillie au dehors de la surface postérieure de l'albumen (3). »

III

Viscum articulatum Burm.

La fleur femelle du *Viscum articulatum* présente une réduction si considérable, que ses parties les plus essentielles atteignent aux limites de la simplicité imaginable pour une fleur de Phanérogame.

C'est en partie à cause de cela que l'évolution du sac embryonnaire et celle de l'embryon ne sont pas traitées séparément ici, comme je l'ai fait pour le *Loranthus sphærocarpus*. D'ailleurs, la plante qui nous occupe maintenant ne présente,

(1) Hofmeister, *Neue Beiträge* (*loc. cit.*, pl. IV, fig. 8).
(2) Griffith, *Trans. Linn. Soc.*, vol. XIX, p. 179.
(3) Griffith, *loc. cit.*, p. 180.

ni dans son embryon, ni dans son endosperme, des particu larités assez intéressantes pour nous engager à leur consacrer un paragraphe spécial.

Si l'on veut établir des comparaisons avec ce qui s'est trouvé dans d'autres *Viscum*, il n'y a, pour le moment, que les travaux sur le Gui desquels on puisse se servir. Il est vrai que Griffith s'est occupé, à deux reprises, de *Viscum* des Indes anglaises. Seulement, la plante trouvée par lui à Mergui, et qu'il a étudiée la première fois, offre, dans le développement de son gynécée, de si profondes différences avec le Gui, que Hofmeister s'est cru autorisé à la reléguer parmi les Santalacées. M. Van Tieghem aussi a fait remarquer que, dans ce *Viscum* de Griffith, les choses se passent tout autrement que dans le Gui et qu'elles se rapprochent beaucoup de l'organisation du *Santalum* et du *Loranthus*. Moi-même j'ai été contraint, dans les paragraphes précédents, de garder certaine réserve à l'égard du travail de Griffith sur cette plante. Mais cependant je crois qu'on aurait tort de vouloir affirmer, dès maintenant, comme Hofmeister l'a fait, que le *Viscum* de Mergui n'a pas pu appartenir à ce genre ; et cela, par la raison bien simple que nos connaissances actuelles sur le gynécée des Loranthacées sont encore beaucoup trop restreintes pour qu'on ait le droit de se prononcer aussi catégoriquement.

Si, toutefois, je n'appuie pas sur les différences entre le *Viscum* dit de Mergui et le *Viscum articulatum*, c'est d'abord parce que les deux autres *Viscum* étudiés plus tard par Griffith ne participent nullement aux caractères de celui sur lequel avaient porté ses premières recherches, pour autant du moins que les quelques indications fournies par lui permettent d'en juger. Mais c'est surtout parce que de mes propres recherches sur le *Viscum articulatum* il résulte, pour le gynécée de cette plante, une analogie frappante avec le Gui.

En effet, la ressemblance, sur ce point important, entre le *Viscum album* et le *Viscum articulatum*, est tellement grande, qu'en la signalant je caractérise le mieux possible le résultat principal de mes investigations. La dégradation est allée un peu

plus loin encore dans ce Gui tropical que dans celui d'Europe ; mais c'est là un point sur lequel je reviendrai dans la suite. Quoique je n'aie jamais pu étudier moi-même le *Viscum album*, mes recherches faites sur son congénère d'ici m'ont donné la conviction que le mémoire publié, en 1869, par M. Van Tieghem est le plus consciencieux des nombreux travaux parus sur le Gui (1).

Le *Viscum articulatum* (*Aphyllum... rami ancipiti compressi articulati... flores ad apices articulorum spicato fasciculati* 1-3 *sessiles...*), espèce monoïque, se trouve fréquemment à Buitenzorg. Comme M. Korthals l'a déjà fait remarquer, il croît assez souvent sur différents *Loranthus*, surtout sur les *L. pentandrus* et *sphærocarpus*. Les entre-nœuds successifs d'un rameau sont aplatis dans des plans perpendiculaires l'un sur l'autre.

D'abord, on ne voit que deux bourgeons sur le sommet de l'entre-nœud, un de chaque côté de l'insertion de l'article suivant; mais bientôt de plus jeunes se montrent à droite et à gauche de chacun d'eux. De la sorte, l'entre-nœud est surmonté par deux groupes de trois bourgeons. Sur plusieurs pieds, j'ai vu le nombre de ceux-ci augmenter encore par la production de bourgeons au-dessus et au-dessous de la fleur primaire du groupe.

Pour éviter toute cause d'erreur, il ne faut comparer que de jeunes fleurs de même ordre, chez lesquelles les plans de symétrie se correspondent. Plusieurs raisons m'ont fait choisir les deux premiers bourgeons de chaque entre-nœud. Il arrive bien, à titre d'exception, qu'un d'eux constitue l'ébauche d'une fleur mâle, ou qu'on s'aperçoit avoir affaire à un bourgeon ordinaire ; mais dans la majorité des cas ce sont de jeunes fleurs femelles.

Dans chacune de ces fleurs primaires, les carpelles, au nombre de *deux*, sont toujours disposés de manière que le plan qui contient leurs nervures médianes soit perpendiculaire

(1) Ph. Van Tieghem, *Anatomie des fleurs et du fruit du Gui* (*Ann. sc. nat.*, 5e série, *Bot.*, t. XII).

à l'entre-nœud aplati qui porte les fleurs. C'est en général dans cette direction qu'il faut mener les coupes; et, à moins que le contraire ne soit indiqué, c'est aussi à ce genre de sections que se rapportent les figures des planches 19 et 20.

Sur des sections longitudinales de très jeunes fleurs (fig. 61 *a*, 61 *b*, 62 *a*, 62 *b*, pl. 19), on voit les deux feuilles carpellaires se toucher déjà par leurs faces internes, sans jamais laisser entre elles de cavité ovarienne. Pour reprendre l'expression de M. Van Tieghem relative au Gui, elles ne sont pas creusées en gouttière et réunies par leurs bords, mais bien soudées l'une à l'autre par le parenchyme de leurs faces supérieures planes (1). En employant de plus forts grossissements, on voit que dans les plus jeunes stades il n'y a pas encore de soudure proprement dite (fig. 62 *b*, 63, 64, et surtout fig. 61 *c*), en tant qu'il reste une fente souvent presque imperceptible. Lorsque l'on mène, à travers une jeune fleur femelle, une série de sections transversales, celle qui frôle le dessus de l'ovaire montre une légère dépression au milieu : c'est la démarcation entre les deux feuilles carpellaires (fig. 66). Il ne reste bientôt, sur des sections longitudinales, qu'une ligne plus noire comme indice du contact des carpelles; bien avant l'épanouissement de la fleur, cette ligne a disparu et l'ovaire est devenu solide, dans le sens le plus strict de ce mot.

Dans les plus jeunes bourgeons que j'ai étudiés, il n'y avait pas encore de traces des futurs sacs embryonnaires (fig. 62 *b*). C'est seulement dans des stades un peu plus avancés qu'on commence à les trouver. Là où se termine, en dedans, la ligne de démarcation, l'épiderme de la face interne des carpelles s'est nettement spécialisé, plus que vers le haut, en général. C'est dans cet endroit qu'on remarque pour la première fois plusieurs cellules se distinguant par un allongement plus considérable. Invariablement, ces cellules font partie de l'assise sous-épidermique (fig. 61 *c*); les plus grandes d'entre elles sont des cellules mères de sacs embryonnaires.

(1) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 107.

Dans les figures 61*c*, 63 et 64 de la planche 19, les cellules allongées dont il s'agit ont été indiquées en dessinant soit tout le corps protoplasmique (fig. 61 *c*, 63), soit seulement les contours du noyau (fig. 64); mais même dans la figure 61*b*, on les reconnaît tout de suite à leurs dimensions.

J'ai tenu à ne plus laisser de doute sur le lieu d'où les sacs embryonnaires tirent leur origine, parce que les données que nous avons à cet égard sur le Gui ne sont pas assez précises.

Hofmeister dit que deux ou, très rarement, trois cellules du tissu carpellaire ne se divisent pas; « leur position correspond à l'endroit où l'étroite fente entre les carpelles se terminait en bas;... ce sont elles qui sont les sacs embryonnaires (1) ».

« C'est, » ainsi s'exprime M. Van Tieghem, « dans la moitié inférieure du parenchyme central résultant de l'union cellulaire des deux faces supérieures planes des carpelles, que les corps reproducteurs se développent; souvent il en naît un pour chaque feuille; quelquefois deux pour une feuille, rapprochés l'un devant l'autre dans le plan de symétrie du carpelle, et un seul pour l'autre feuille; plus rarement deux pour chaque carpelle, et alors ils sont tous les quatre dans le plan des deux nervures médianes. Une cellule du parenchyme de la feuille... grandit beaucoup plus que les autres et... s'étend bientôt dans toute la moitié inférieure du carpelle... S'il y a deux cellules d'un même côté, elles sont toutes deux dans le plan de symétrie... Ces cellules ne sont autre chose que les sacs embryonnaires (2). »

Les plus étroites des cellules sous-épidermiques du *Viscum articulatum*, dont je viens de parler, ne doivent pas être considérées comme cellules mères de sacs embryonnaires. C'est ce qu'on voit surtout un peu plus tard (fig. 69 et 70, pl. 20), lorsque les véritables cellules mères se reconnaissent, tant à leur corps protoplasmique qu'à l'épaississement commençant de leurs parois, et surtout à leurs dimensions. C'est sur de jeunes

(1) Hofmeister, *Neue Beitr.*, I, 1859, p. 555.
(2) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 108, 109.

fleurs, arrivées à ce stade, que j'ai voulu décider s'il y avait ou non une relation constante entre le nombre des cellules mères et celui des carpelles; et, cela étant en effet le cas, s'il régnait ensuite quelque règle dans la disposition des cellules mères par rapport au plan de symétrie des feuilles carpellaires. Dans ce but, il n'y avait qu'à choisir, d'une suite de coupes transversales, celle ou celles menées au niveau des cellules mères. Celles-ci sont le plus souvent bien reconnaissables, mais pas toujours. Je n'ai pas réussi à découvrir de relation entre leur nombre et leur position et les carpelles (fig. 67, 68, pl. 19). Sur des coupes longitudinales de fleurs plus âgées, on voit tantôt des cellules mères contiguës (fig. 64, pl. 19); tantôt elles sont séparées par du parenchyme ordinaire (fig. 73, pl. 20), sans qu'il paraisse y avoir là quelque régularité.

Ces deux choses me font admettre que les rapports entre les sacs embryonnaires et les feuilles carpellaires, trouvés chez le Gui par M. Van Tieghem, n'existent plus dans le *Viscum articulatum*.

Bientôt chaque cellule mère de sac embryonnaire procède à sa division (fig. 65, pl. 19; fig. 70, pl. 20). Il ne paraît pas que la segmentation se répète dans une des deux cellules filles. Contrairement à ce qui se passe dans le *Loranthus sphærocarpus*, et d'accord avec la règle générale, c'est la cellule fille inférieure qui se transforme en jeune sac embryonnaire (fig. 71, 72, pl. 20), tandis que sa cellule sœur finit par être résorbée. Tant la cloison séparatrice que les parois de la cellule mère, se distinguent par un épaississement assez considérable; elles prennent cet aspect luisant qu'on leur connaît dans beaucoup d'autres plantes (fig. 71 et 72).

Après ou pendant la résorption de sa cellule sœur, chaque jeune sac embryonnaire présente un dédoublement de son noyau; les deux noyaux qui en résultent occupent ensuite les deux pôles de la cellule (fig. 72 et fig. 73, à gauche).

L'égalité dans l'évolution des sacs embryonnaires s'arrête là, car jamais je n'ai vu plus d'un seul sac continuer son développement; les autres, qui ne se développent pas, restent pen-

dant quelque temps dans le même état (fig. 73); plus tard, on ne les retrouve plus.

On a vu plus haut que les choses se passent différemment dans le Gui, puisqu'il y a là souvent deux ou trois sacs embryonnaires adultes (1). Par contre, il semble, d'après les indications que nous devons à Griffith, que chez d'autres *Viscum* tropicaux il n'y a de même qu'un seul sac embryonnaire qui se développe (2).

Le sac unique du *Viscum articulatum*, qui continue sa croissance, pousse vers le sommet de l'ovaire; mais avant qu'il soit arrivé à mi-chemin, son allongement s'arrête (fig. 77, pl. 20). Dans sa partie inférieure, il est souvent très rétréci (fig. 73 et 75, pl. 20); en haut, il est toujours fortement enflé (fig. 73 à 76).

Pour ce qui concerne les changements survenus à l'intérieur du sac, voici ce que j'ai vu. Lorsque la région inférieure est très étroite, on ne découvre pas ou presque pas de cellules antipodes (fig. 73, 75); d'autres fois, les antipodes sont bien visibles, il reste seulement quelques doutes sur leur nombre (fig. 74); mais dans des sacs bien développés, comme celui de la figure 76, j'ai vu plusieurs fois trois antipodes superposées, et cela très distinctement. Dans le protoplasma, j'ai souvent trouvé un gros noyau allongé, ayant l'air de résulter de la fusion de deux noyaux (fig. 73 et 76, pl. 20).

Il est plus difficile de se faire une bonne idée de ce qui arrive dans le sommet du sac. Une fois, j'y ai vu quatre noyaux libres; d'autres fois trois noyaux dans l'appareil sexuel, le quatrième en conjonction avec un autre, probablement venu d'en bas. Dans le sac adulte, j'ai quelquefois pu distinguer deux synergides et un œuf (fig. 76); mais dans la plupart des cas, les préparations, de quelles manières qu'elles furent faites, laissèrent à désirer à cet égard. La membrane au sommet du

(1) Voy. Van Tieghem, *loc. cit.;* Hofmeister, *loc. cit.*, p. 556; L. C. Treviranus, *Bau und Entwick. d. Samen der Mistel* (*Abhdl. Math-Physik. Classe Bayer. Akademie*, Bd VII, 1853, p. 167-169); Decaisne, *Sur le pollen et l'ovule du Gui* (*Ann. sc. nat.*, 2e série, *Bot.*, t. XIII, 1840, p. 296).

(2) *Transact. Linnean Society*, vol. XIX, pl. 21, fig. 5-11.

sac n'est pas assez solide; peut-être présente-t-elle des parties plus minces et assez bien circonscrites, comme Hofmeister les a trouvées dans le Gui (1); toutefois, je ne puis pas l'affirmer.

A tout prendre, je crois que, dans la majorité des cas, le développement interne qui s'effectue dans le sac embryonnaire du *Viscum articulatum* se rattache à la règle générale découverte par M. Strasburger.

Pour les sacs embryonnaires du Gui, M. Van Tieghem a dit qu'ils sont munis, sous leur voûte supérieure, de deux grosses et sombres vésicules protoplasmiques, et pourvus, dans leur partie inférieure rétrécie, de plusieurs cellules antipodes (2). D'après Hofmeister, ils renferment le plus souvent deux « vésicules embryonnaires », il arrive plus rarement qu'il y en a trois. « Le nombre des cellules antipodes oscillait entre une et deux. Il n'est pas rare qu'elles fassent entièrement défaut » (3).

Bientôt après que le tube pollinique s'est appliqué contre le sommet du sac embryonnaire, on voit la cavité du sac divisée en quelques cellules endospermiques. Celles-ci croissent et se segmentent activement, du moins dans le haut du sac; là où la partie inférieure est étroite et effilée, elle ne contribue pas plus à la formation de l'endosperme que ce n'est le cas chez le *Viscum album* (4).

Pendant que l'endosperme continue à s'accroître, on a beaucoup de peine à reconnaître l'embryon, qui reste longtemps unicellulaire; il en était ainsi, par exemple, pour le cas de la figure 77, où l'endosperme, teint en gris dans le dessin, présentait cependant déjà des dimensions notables.

L'organisation de l'embryon continue à se faire avec lenteur; il ne se forme qu'un suspenseur très court. Arrivé au stade où le globule embryonnaire est bien distinct, l'embryon n'occupe plus jamais le sommet du corps endospermique; il descend et se porte vers un des côtés. Ce chan-

(1) *Loc. cit.*, p. 557.
(2) *Loc. cit.*, p. 109.
(3) *Loc. cit.*, p. 557.
(4) Hofmeister, *loc. cit.*, p. 559, 560.

gement de position continue à mesure que l'embryon se différencie; lorsque les cotylédons, qui d'abord sont droits (fig. 80, pl. 20), se courbent, l'axe de l'embryon a généralement pris une position horizontale, et l'extrémité radiculaire fait saillie sur un des flancs du corps endospermique. Aussi, sur une « graine » qui germe, l'extrémité radiculaire pointe latéralement (fig. 82). On reconnaît encore sur la « graine » germante de quelle façon elle était placée dans le fruit. La position de la « graine » dans la figure 82 correspond à celle de l'endosperme dans la figure 78.

Avant de passer outre, j'ai à dire quelques mots à propos de la figure 79, planche 20, représentant une coupe longitudinale axile d'un fruit. Au milieu de l'endosperme, on distingue l'embryon, en coupe transversale; vu la position de l'embryon, cela n'est pas possible en réalité, et c'est seulement sur une section menée à quelque distance de l'axe, qu'on peut rencontrer l'embryon (voy. les fig. 78 et 81). Aussi est-ce d'après une des autres coupes du même fruit que j'ai indiqué l'embryon dans la figure 79.

Les figures 78 et 79, qui représentent des sections axiles perpendiculaires l'une sur l'autre, montrent la forme lenticulaire qu'affecte le corps endospermique. Déjà au début du développement de l'endosperme, les cellules environnantes du tissu ovarien subissent une liquéfaction, pour ainsi dire, suivie d'une résorption qui continue à mesure que l'endosperme s'étend. A cet égard encore, il y a analogie avec le Gui.

Dans le fond de l'ovaire, sous l'endosperme, un groupe d'éléments se transforme en cellules pierreuses. Ce groupe, indiqué dans les figures 77 et 78, est probablement l'homologue de la « gaine de collenchyne » du *Loranthus sphærocarpus*. C'est entre ces cellules pierreuses, et dans le léger enfoncement que présente ce groupe, que l'endosperme s'implante

Pour ne pas m'écarter du plan que je me suis tracé, je ne m'arrêterai pas à la formation de la pulpe visqueuse dans le fruit. Toutefois, je puis ajouter qu'on peut répéter, à cet égard, quant à l'essentiel, pour le *Viscum articulatum*, ce que M. Van

Tieghem a dit du Gui. Je ferai seulement remarquer qu'il y a ici une différenciation en deux espèces de cellules, dans les bandes où la matière visqueuse s'amasse (fig. 79).

Quant à la lenteur avec laquelle se fait le développement de l'embryon, les *Viscum articulatum* et *album* se ressemblent aussi, surtout dans les premiers stades (1). D'après une figure de Griffith on dirait qu'il en est de même pour l'un des *Viscum* auxquels il s'est arrêté (2).

Il y a un point sur lequel le *Viscum articulatum* et le Gui paraissent différer. Lorsqu'il n'y a, chez le Gui, qu'un seul embryon, celui-ci occuperait, suivant plusieurs auteurs (3), l'axe du fruit; tandis que dans le *Viscum* étudié par moi, l'embryon est toujours placé latéralement; il est vrai que M. Van Tieghem indique la même chose pour les fruits à embryon unique du Gui (4).

S'il est une famille où il faut suivre de proche en proche l'évolution du gynécée, c'est bien celle des Loranthacées. En effet, ce n'est qu'à cette condition qu'on peut saisir les importantes différences qui s'effacent entièrement à mesure que la fleur approche de l'époque de son épanouissement.

Ainsi, en comparant des fleurs adultes, on serait tenté d'identifier le gynécée du *Loranthus sphærocarpus*, du moins quant à l'essentiel, avec celui du *Viscum articulatum*, à part l'inégalité dans le nombre des sacs embryonnaires. Et pourtant les deux cas sont bien différents. Dans le *Loranthus*, il y a un placenta central, portant, selon moi, trois ou quatre ovules rudimentaires, sous forme de segments latéraux libres; plus j'y pense et plus je suis convaincu de la justesse de cette interprétation (5). Mais chez les deux *Viscum* suffisamment étudiés

(1) Hofmeister, *loc. cit.*, p. 560.

(2) *Transact. Linn. Society*, vol. XIX, tab. 21, fig. 8, p. 214.

(3) Voy. aussi : Pitra, *Bot. Zeit.*, 1861, p. 53; Treviranus, *loc. cit.*, fig. 25 et 29, pl. III.

(4) *Loc. cit.*, p. 111.

(5) Voy. plus haut, p. 260. C'est seulement après avoir écrit les deux premières parties de ces « Observations sur les Loranthacées », que j'ai été à même de consulter le travail de sir Joseph Hooker sur les *Myzodendron*. Sans cela je

jusqu'ici, la dégradation est bien plus profonde encore, car non seulement on n'y trouve plus de placenta, mais il n'y a même plus d'ovules. En effet, on se voit obligé de dire avec M. Van Tieghem : « l'ovule n'existe pas » (1) ; il n'y a que des sacs embryonnaires. Ce qui mérite d'être signalé, c'est que les cellules mères des sacs embryonnaires chez le *Viscum articulatum* tirent leur origine de l'assise sous-épidermique, comme c'est la règle générale lorsqu'elles naissent dans des ovules d'Angiospermes. C'est là un caractère qui s'est conservé, malgré la dégradation intrinsèque qui a eu lieu. Le *Viscum articulatum* est descendu un degré plus bas encore que le Gui, à quoi j'ai déjà fait allusion plus haut. Chez le dernier, il y a encore un certain rapport entre les sacs embryonnaires et les carpelles. Dans le *Viscum articulatum*, le nombre et la disposition des sacs ne dépendent plus du tout des feuilles carpellaires, pas plus dans leur nombre que dans leur position.

EXPLICATION DES PLANCHES

Loranthus sphærocarpus.

PLANCHE 13.

Fig. 1-3. Coupes longitudinales médianes de jeunes bourgeons floraux (gross. 38).
Fig. 4. Partie d'une coupe longitudinale axile d'un jeune ovaire (gross. 240).
Fig. 5*a*. Coupe transversale d'un jeune style (gross. 90).
Fig. 5*b*. Coupe transversale d'un ovaire (de la même fleur que la fig. 5*a*) (gross. 140).
Fig. 6*a*, 6*b*. Parties de coupes transversales du même ovaire (traité par l'alcool) (gross. 50).
Fig. 7. Partie d'une coupe transversale d'un ovaire (gross. 90).
Fig. 8. Partie d'une coupe transversale d'un ovaire, menée à travers le mamelon cellulaire (gross. 240).

n'aurais pas manqué de faire entrer le *Myzodendron punctulatum* dans la discussion de la page 261 ; d'ailleurs, le raisonnement serait resté le même. Voy. Hooker, *Mémoire sur l'organisation des Myzodendron* (*Ann. sc. nat.*, 3e série, Bot., IV, extrait, traduit de *Botany of the Antarctic voyage of discovery ships Erebus and Terror*). Comparez, pour ce qui concerne les vues actuelles sur la position systématique des *Myzodendron*, entre autres, Eichler, *Blüthendiagramme*, II, p. 542.

(1) *Loc. cit.*, p. 120.

Fig. 9. Partie d'une coupe transversale dans le haut d'un ovaire plus âgé (gross. 240).

Fig. 10. Coupe axile d'un « mamelon cellulaire » (gross. 450).

PLANCHE 14.

Fig. 11 et 12. Coupes axiles de « mamelons cellulaires » (gross. 450).

Fig. 13 *a*. Partie d'une coupe axile d'un ovaire plus avancé, devenu solide (gross. 240).

Fig. 13 *b*. Cellules mères de sacs embryonnaires, avec les cellules environnantes; figure prise de la même préparation que la figure précédente (gross. 450).

Fig. 14. Deux cellules mères de sacs embryonnaires (gross. 450).

Fig. 15 et 16. Cellules mères de sacs embryonnaires divisées, avec tissu environnant (gross. 360).

Fig. 17 et 18. Sacs embryonnaires avec anticlines (gross. 360).

PLANCHE 15.

Fig. 19. Sac embryonnaire plus âgé, avec deux anticlines (gross. 360).

Fig. 20. Partie de la gaine de collenchyme en coupe longitudinale (gross. 450).

Fig. 21. Coupe longitudinale axile d'un ovaire, moitié schématique (voy. le texte); la gaine de collenchyme est teintée en gris, un sac embryonnaire est indiqué à gauche dans la partie centrale (gross. 12).

Fig. 22. Coupe longitudinale axile d'un ovaire, moitié schématique; la gaine de collenchyme teintée en gris; à droite, dans la partie centrale, on voit un sac embryonnaire (gross. faible).

Fig. 23. Sommet d'un sac embryonnaire adulte (gross. 155).

Fig. 24 et 25. Coupes transversales de la partie supérieure d'ovaires chez lesquels les sacs embryonnaires sont arrivés au terme de leur allongement (gross. 140).

Fig. 26. Extrémité inférieure d'un sac embryonnaire, appliquée contre la gaine de collenchyme (gross. 240).

Fig. 27. Extrémité inférieure d'un sac embryonnaire (gross. 240).

Fig. 28 *a*, 28 *b*. Jeune embryon dans deux positions différentes (section optique) (gross. 240).

Fig. 29. Sac embryonnaire avec un jeune embryon (gross. 155).

Fig. 30 *a*, 30 *b*. Extrémité inférieure d'un jeune embryon, en section optique, dans deux positions différentes (gross. 240).

PLANCHE 16.

Fig. 31. Partie d'une coupe longitudinale d'un ovaire, montrant deux embryons (gross. 140).

Fig. 32. Partie supérieure d'un embryon (gross. 400).

Fig. 33. Extrémité inférieure du sac embryonnaire de la fig. 29, pl. 15 (gross. 155).

Fig. 34. Partie médiane d'un embryon (gross. 155).

Fig. 35 *a*, 35 *b*. Les deux moitiés d'un sac embryonnaire renfermant un embryon et un commencement d'endosperme (gross. 155).

Fig. 36. Jeune endosperme, traversé par un suspenseur, en coupe longitudinale (gross. 155).

Fig. 37. Extrémité inférieure d'un jeune corps endospermique (en coupe longitudinale) portant un embryon avorté (gross. 140).

Fig. 38 *a*. Endosperme, embryon et suspenseur, en coupe longitudinale (gross. 90).

Fig. 38 *b*. Partie de la même préparation, dessinée à plus fort grossissement (gross. 240).

PLANCHE 17.

Fig. 39. Corps endospermique plus âgé, traversé par un suspenseur et portant aussi un embryon (gross. 90).

Fig. 40 et 41. Jeunes embryons en section axile (gross. 140).

Fig. 42. Embryon plus âgé que celui des figures précédentes (gross. 90).

Fig. 43. Suspenseur enroulé en spirale et comprimé entre l'extrémité radiculaire de l'embryon et celle de l'endosperme (gross. 240).

Fig. 44. Coupe transversale d'un sac embryonnaire ; deux cellules de suspenseur sont entourées de quatre cellules d'endosperme (gross. 400).

Fig. 45. Figure prise d'après une coupe longitudinale d'un corps endospermique, à la hauteur de l'insertion de l'embryon (gross. 155).

Fig. 46. Endosperme, embryon et gaine de collenchyme (teintée en gris) en coupe longitudinale (gross. 50).

Fig. 47. Partie radiculaire d'un embryon, en coupe longitudinale (gross. 90).

Fig. 48. Coupe longitudinale d'un embryon entré en majeure partie dans l'endosperme; l'extrémité cotylédonaire se trouve encore dans l'embouchure de la gaine (gross. 50).

PLANCHE 18.

Fig. 49 et 50. Parties de coupes axiles d'ovaires plus âgés (voy. le texte). L'embryon et la gaine de collenchyme sont marqués de teintes différentes (gross. 120).

Pour ce qui concerne les figures 51-58, à moitié schématiques, je prie le lecteur de vouloir comparer le texte. Dans ces figures, l'embryon, l'endosperme et la gaine de collenchyme sont marqués de teintes différentes.

Fig. 51-54. Ovaires en coupe longitudinale.

Fig. 55-57. Corps endospermiques avec embryons et gaine de collenchyme, en coupe longitudinale.

Fig. 58. Coupe transversale d'un ovaire.

Fig. 59 et 60. Parties centrales de coupes axiles d'ovaires. Dans chaque figure, on voit deux corps endospermiques, dont l'un porte un embryon avorté, tandis que l'autre porte un embryon normalement développé. La gaine de collenchyme est teintée en gris.

PLANCHE 19.

Viscum articulatum.

(A moins d'indication contraire, toutes les sections longitudinales sont menées dans le plan de symétrie des carpelles, c'est-à-dire perpendiculairement au plan de l'entre-nœud aplati. Les grossissements sont indiqués en diamètres.)

Fig. 61 *a*. Section longitudinale axile d'un bourgeon de fleur femelle. (60).

Fig. 61 *b*. Partie de la même coupe, à la hauteur des carpelles (170).

Fig. 61 *c*. Partie de 1 *b* (450).

Fig. 62 *a*. Section axile d'un très jeune bourgeon de fleur femelle (60).

Fig. 62 *b*. Partie de la même coupe, à la hauteur des carpelles (400).

Fig. 63, 64. Parties de sections axiles de fleurs femelles, montrant les cellules mères des sacs embryonnaires (240).

Fig. 65. Cellules mères des sacs embryonnaires, avec tissu environnant. Section menée parallèlement au plan de l'entre-nœud (240).

Fig. 66. Ovaire vu d'en haut, montrant la démarcation entre les deux feuilles carpellaires (240).

Fig. 67 et 68. Parties de sections transversales de jeunes fleurs femelles, menées au niveau des cellules mères de sacs embryonnaires.

PLANCHE 20.

Fig. 69 et 70. Parties de sections longitudinales, menées à la hauteur des cellules mères de sacs embryonnaires (240).

Fig. 71. Sac embryonnaire surmonté de sa cellule sœur (400).

Fig. 72. Sacs embryonnaires surmontés de leurs cellules sœurs, qui sont en train d'être résorbées (400).

Fig. 73. Deux sacs embryonnaires avec tissu environnant; deux synergides sont visibles dans le sac développé (130).

Fig. 74, 75, 76. Sacs embryonnaires (240).

Fig. 77, 78, 79. Sections axiles de jeunes fruits; le plan de la section dans la figure 79 est perpendiculaire à celui de la figure 78: l'embryon a été indiqué dans la figure 79 d'après une des autres coupes du même fruit; l'endosperme et l'embryon sont marqués de teintes différentes (20 — 15).

Fig. 80. Jeune embryon en section longitudinale (faible grossissement).

Fig. 81. Corps endospermique avec embryon en section longitudinale axile (faible grossissement).

Fig. 82. Graine germante ; d'après nature ; peu grossie.

CATALOGUE

DES PLANTES PHANÉROGAMES ET CRYPTOGAMES VASCULAIRES

DE LA GUYANE FRANÇAISE

Par M. le Dr P. SAGOT,
Ancien chirurgien de marine, etc.

(Suite)

CELASTRINEÆ.

Maytenus tetragonus Griseb. flor. W. J. Suffrutex glaber. Ramuli lineolis 4 leviter prominulis notati. Folia ovali-oblonga, integra, coriacea, breve petiolata. Flores minimi virentes. Fructus ovatus, sæpius abortu monospermus, dehiscens, valvis duabus, valvâ quâque septi rudimentum ferenti. Semen ovatum basi affixum, arillâ albâ omnino involutum. Perispermum album, radicula infera, cotyledones virentes, membranacei, magni. Folia 6 cent. longa, 4 lata, brevissime petiolata. Fructus 1 cent. longus. Flores axillares, glomerati. Sagot coll. 110. Mana et Karouany frequens.

Ilex macoucoua. Aubl., t. 34. In littore satis frequens. Arbor parva, jam junior florens.

RHAMNEÆ.

Rhamneæ in Guyanâ quam in Antillis et in Brasiliâ multo rariores. Si ad Byttneriaceas *Goupia* refertur, solum genus *Gouania* in sylvis Guyanæ crescit, haud facile inter arbores præaltas observata. Distinctio specierum in hoc genere difficillima. Flores, fructusve ab unâ specie ad alteram paulo diversi. In eâdem specie occurrunt specimina glabra aut leviter puberula, rami validiores aut tenuiores, folia plus minus dentata, fructus paulo brevius aut latius alati. Flores sunt polygami et in stirpe abundantius fructiferâ forsan rami et axis racemi sunt robustiores.

Gouania striata Rich. Specimen authenticum a Richard ad flumen Kourou collectam vidi. Præbet ramum vigentem, robustum, abunde floriferum, sed fructibus carentem. Planta ægre a *G. domingensi* habitu potius quam charactere certo distinguenda. Folia glabra, mediocri aut mediâ magnitudine, caulis glaber striatus. Axis racemi valida, striata. Folia, lentis ope observata, subtus in nervis pilos brevissimos, sparsos, præbent. Petiolus puberulus. Specimen floriferum a cl. Mélinon ad Maroni lectum bene convenit, quanquam folia sint paulo majora.

Var. *puberula*. Folia subtus manifeste puberula, ramuli puberuli, axis racemi gracilior. Fructus a *G. domingensi* non diversus. Nervi foliorum, ut in typo speciei genuino, validiores, prominuli. A pluribus in Guyanâ lecta.

Nullum specimen Guyanense vidi cum *G. domingensi* in Antillis vulgari exacte quadrans. Planta Antillana præbet folia majora, magis membranacea, latiora, nervis gracilioribus munita, et flores tenuiores, calice paulo tenuius membranaceo.

(*G. canescens* Rich. foliis subtus canescentibus, ovali-lanceolatis prædita, in Guyanâ indicatur ex Prodromo. Specimen nullum vidi.)

(*Rhamnus surinamensis* Scop. et *R. ramiflorus* Rich. enumerati cum dubio in Prodromo, mihi ignoti sunt. Specimen inter plantas Herb. Richard frustra quæsivi.)

(*Goupiam glabram* Aubl. jam inter *Byttneriaceas* enumeravi. Staminibus cum petalis alternis, antheris tubo summo brevissimo, urceolato, insertis et styli forma a *Rhamneis* recedit.)

SAMYDEÆ.

Casearia ramiflora Vahl. *Iroucana guianensis* Aubl., t. 127. Circa Cayenne, in littore.

C. parvifolia Willd. Frutex elatior, foliis delapsis flores numerosissimos proferens. Coll. Sagot n° 189. Rara in Guyanâ, in Antillis frequentior.

C. sylvestris Sw. Species agnoscenda ramis gracilibus virgatis et floribus minimis. In Guyanâ rara videtur, in Antillis et in Brasiliâ frequens

C. macrophylla Vahl. In sylvis frequens. Flores parce numerosi, albido-virentes, lobis perianthi erectis nec patulis, stamina bis superantibus. Fructus satis magnus. Semina magna. Ad *C. macrophyllam* refertur *Pitumba guianensis* Aubl., t. 385, sed folia *C. javitensis* quoque similitudinem præbent.

C. stipularis Vent. *C. benthamiana* Miquel. Passim. Circa Cayenne, Maroni. Aliquando in herbariis non agnoscitur ob stipulas cito caducas. Flores albi, valde expansi, pedicellati, numerosissimi. Folia lanceolata, serrata, supra glabra, subtus brevissime puberula.

C. anavinga Saint-Hil. *Anavinga*. In sylvis satis frequens, ob flores virentes, inconspicuos, sæpe a botanicis omissa. Frutex elatior. Folia lanceolata, dentata, supra glabra, subtus brevissime tomentosa. Flores majusculi, virentes, sessiles, bracteolis stipati. Perianthum erectum staminibus longius. Stamina 10. Fructum non vidi.

C. javitensis H. B. In sylvis haud infrequens. Flores albi, numerosissimi. Stamina 15, perianthо paululo longiora. Stilus apice trifidus. Forma foliorum variat.

Forma genuina. Folia magna, margine crenata.

Var. *integrifolia*. Folia paulo minora, integra.

C. dentata Eichl. flor. bres. *Piparea dentata* Aubl., t. 386. In sylvis satis frequens. Flores parvi, valde expansi, virentes, sessiles, parce numerosi.

C. bracteifera Sagot. Species valde insignis fructu magno et seminibus maximis, floribus hyalinis minimis, glomeratim axillaribus, bracteolis lanceolatis, striatis, diu persistentibus, stipatis. Forsan novi generis typus quando flores melius cogniti erunt? Frutex elatior. Folia magna, ovali oblonga,

integra, glaberrima, coriacea, apice subacuminata, breve petiolata. Flores minimi, perianthο pedicelloque membranaceo-hyalinis, bracteis striatis, lanceolato-subulatis, diu persistentibus, stipati, axillares, glomeratim dispositi. Perianthum 5-lobum, stamina fertilia 5, filamentis sterilibus intermixtis? Ovarium globosum, granulato-glanduliferum. Fructus magnus, rotundus, luteolo-virens, odoratissimus. Semina magna amygdaliformia, pulpâ parcâ diffluenti induta. In sylvis rara. Legi in Karouany fructiferum, fructu maturo. Mélinon ad Maroni ulterius fructiferum invenit. Leprieur florentem solus observavit, et specimen collegit in Herb. Mus. Par. servatum. Analysis floris ob minutiem perianthi tenuissimi subincerta. Planta, etiam deflorata, bracteolis persistentibus glomeratim axillaribus agnoscenda. Forsan ad genus *Samyda* transferenda?

Samyda procera Pœp. *Casinga procera* Griseb. fl. W. *J. Lœtia procera* Flor. Bres.

Arbor maxima, sed junior aliquando florens. In sylvis Karouany, legi n° 1137. Martin et Poiteau, quoque legerunt ex Florâ brasiliensi.

Speciem alteram ejusdem generis affinem, *Lœtiæ calophyllæ* Eichl., proximam in Guyanâ gallicâ cl. Richard collegisse Flora brasiliensis monet. Specimen Richardianum in Herb. Jussieu vidi. Videtur mihi forma latifolia *S. proceræ.*

HOMALINEÆ.

Homalium racoubea Sw. *Racoubea guianensis* Aubl., t. 236. In sylvis rarum. Aublet, Mélinon.

Flora Brasiliensis *Homalineas* cum *Samydeis* junxit et (ut tribus) inter *Bixaceas* admisit.

Napimoga guianensis Aubl., t. 237.

In herbariis Parisiensibus deest. Videtur proxima *Homalio*, sed floribus minoribus, petalis sex præditis, diversa. In Sinamary superiore Aublet legit.

CHAILLETIACEÆ.

Chailletia pedunculata DC. Satis frequens. Sarmentosa. Flores albi, parvuli.

Ch. vestita Dalz. Walp. Ann. 4. Robustior. Folia coriacea subtus molliter tomentosa. Solus Martin legit Herb. Mus. Par. in Guyanâ.

Tapura guianensis Aubl., t. 56. Frutex aut suffrutex in sylvis valde frequens, valde florifer. Flores albi, marcidi sub-luteoli, valde irregulares. Calix 5 sepalus. Petala majora 2, apice dilatata, emarginata, margine more *Ombelliferarum* subreplicatâ. Petala 3 minora, in unum petalum trilobum coalita. Stamina 5, inæqualia, uno majori inter petala majora, 2 minoribus, sterilibus? petalo trilobo antepositis. Ovarium liberum, triloculare, ovulis angulo interno affixis. Stylus staminibus paulo longior, apice trifidus. Fructum perfecte maturum non observavi. Fructus subparvus, ovato subtrigonus.

T. amazonica Pæpp. Walp. rep. 2. an syn?..... *T. ciliata* Gardn. Walp. rep. 1.

Arbor parva, aut frutex elatior, in sylvis raro, sparse, crescens. Ramuli robusti pubescentes. Folia quam in *T. guianensi* majora, subtus molliter et dense pubescentia. Flores majores, villosi, dense glomerati. Legi semel in sylvis Karouany; ulterius Mélinon ad Maroni invenit.

T. ciliatæ specimen non vidi. *T. amazonicæ* specimen in Herb. Franqueville a plantâ meâ leviter differt, foliis angustioribus, subtus brevius pilosulis. Inflorescentiâ cum petiolo coalitâ *Chailletiaceæ* facile agnoscuntur.

TEREBINTHACEÆ.

Anacardium occidentale L.

In littore crescit abundantissime. Vulgo *Pomme d'Acajou.*

Mangifera indica L.

Colitur. Vulgo Manguier. Le *Manguier* commun se multiplie de semis sans dégénérer et arrive à la taille d'un gros Noyer. (Les races perfectionnées se multiplient au moyen de la greffe par approche et, quand on les sème de noyau, dégénèrent sensiblement.)

Thyrsodium guianense Sagot, Marchand.

Arbor in sylvis non rara, ligno molli, succo lactescenti. Folia imparipinnata, 3 vel 4 juga, glabra, magnitudine mediâ. Flores masculi tantum noti, parvuli, pallide fulvi, subsessiles, in paniculas densas dispositi. Calix cupuliformis, 5-fidus, basi incrassatâ cum receptaculo coalitus. Petala 5, erecta, calyce paulo longiora. Stamina 5, perigyna, alterna, filamento brevissimo. Ovarii rudimentum cum cupulâ basilari coalitum; stylus erectus petalis æquilongus, stigmate leviter trilobo. Fructus ignotus. Pedicellum floris brevissimum, bibracteolatum. Karouany, Sagot, coll. n° 1202; Maroni, Mélinon.

T. Schomburgkii Benth.

Folia maxima, imparipinnata, foliolis 11, vel 13. Foliola ovato-oblonga, magna, subtus ferrugineo-pubescentia, rachi rufo-pubescenti inserta. Flores masculi in vastas panicula rufo tomentosas dispositi. Fructus ignotus. Maroni, Mélinon.

Var. glabrum. Martin. Herb. Mus. Par.

Loxopterygium Sagoti Hooker.

Arbor magna, in sylvis non valde rara. Lignum atro-brunneum, duritie mediâ. Succus lacteus parcus in trunco. Folia imparipinnata, glabra, magnitudine mediâ. Foliola ovato oblonga, apice acuminata, petiolulata. Flores minimi, virentes, in ramulis paniculæ diffusæ, gracillimis, racemose sessiles. Calix 5-fidus; petala 5, virentia, calice longiora; stamina 5, parva; ovarium disco insertum, stylo brevissimo, stigmate trilobo. Flores subpolygami; stamina brevissima in floribus ovario beneformato præditis. Fructus constitutus samarâ

parvâ, lateraliter in alam oblongam expansâ. Fructum perfecte maturum non vidi. Odor resinosus nullus.

Sagot coll. n° 973 Karouany; Maroni, Mélinon.

Spondias lutea L.

Frequens in littore. Fructus luteus, aspectu pruni minoris, odore delicioso sed carne paucâ donatus. Vulgo *Monbin.*

S. purpurea L.

Colitur in hortis, satis raro.

S. dulcis Forster, *S. cytherea* L.

Colitur in hortis sub nomine vulgari *Pomme Cythère.*

Fructus optimus. Nucleus veluti crinitus, fibris sublignosis in carne eduli penetrantibus obtectus.

Commendandum est viatoribus species sylvestres generis *Spondias* in sylvis sedulo observare. Forsan nonnullæ novæ adhuc latent.

Mauria multiflora Martius, *Tapirira guianensis* Aubl., t. 188 excl. fructu.

Arbor mediocris staturæ, valde florifera, polygama. Folia imparipinnata, mediæ magnitudinis, foliolis 4 vel 5-jugis cum impari. Foliola oblongo-sublanceolata, apice acuminata, brevissime petiolulata, glabra, in herbariis sæpius supra nigrescentia subtus pallidiora, opaca. Flores minimi albidi aut ex albo virentes, in vastas paniculas dispositi. Ramuli paniculæ graciles, brevissime puberuli. In flore masculo, calix cupuliformis, 5-dentatus, puberulus; petala 5 ovali oblonga, calice longiora; stamina 10, gracilia, petalis æquilonga, aut paululo longiora; rudimentum ovarii puberulum. In flore fœmineo, stamina breviora, discus magis proeminens, ovarium globosum villoso-puberulum, stylo ad stigmata 5, distantia, punctiformia, reducto. Fructus junior cito glabrescens, punctulis stigmatis persistentibus sub apice notatus. Fructus maturus niger, carnosus, ovato-subrotundus, magnitudine uvæ, subedulis, gustui dulcis, nucleum ovatum continens. Ovarium in flore

deflorato nuper accretum apice leviter 5-gibbosulum, formâ sub-quadrante cum tabulâ Aubletii. Arbores plurimæ masculæ; alteræ hermaphroditæ paniculis floralibus brevioribus. Nescio an arbores masculæ fructus aliquando nonnullos ferant, e floribus hermaphroditis valde sparsis ortos. Forsan, ut in aliis plantis polygamis, aliquando occurrunt flores hermaphroditi anomali, ovario formâ diversâ prædili. Arbor vulgatissima præsertim in littore; in sylvis interioribus quoque frequens. Aublet in alterâ arbore foliis analogis præditâ fructum observavit et errore conjunxit.

Crepidospermum rhoifolium Triana, *C. guianense* Marchand.

Arbor, ramulis robustis, rufo-puberulis. Folia imparipinnata, magna, 7-foliolata. Foliola ovato-oblonga, apice acuminata, leviter dentata, petiolulata, supra glabra subtus parce puberula. Rachis cylindrica puberula. Flores ignoti. Inflorescentia paniculata. Fructus parvi, ovato subcordiformes, apice acuti, basi plus minus dilatati, coriacei, rufo tomentosi, semen unicum sæpius continentes, vestigiis loculorum 2 sterilium persistentibus. Foliola 8 cent. longa, 3 lata. Fructus 1 1/2 cent. longus, latitudine eâdem. In sylvis ad Maroni Mélinon legit. Herb. Mus. Par.

Trattinickia rhoifolia Willd.

Arbor ramulis crassis, robustis. Folia magna, imparipinnata, multijuga, foliolis coriaceis glabris ovato-oblongis, apice acuminatis, basi dilatatis, obtusis vel subcordatis, breviter et crasse petiolulatis. Flores paniculati. Calix cupuliformis, obtuse tridentatus. Corolla monopetala triloba. Stamina 6, brevia. Ovarium disco circumdatum. Martin solus legit.

Icica guianensis Aubl., t. 131.

Vulgatissima, præsertim in littore, sed et in sylvis interioribus crescens. Abunde, jam junior, floret. Specimina in herbariis satis diversa prout in ramo validiori aut languido lecta fuerunt. Folia foliola sæpius 5, aliquando 3 aut 7, ferentia. Cymulæ florales breviores, pauciflorae, aut rarius

diffusæ multifloræ sexu masculo præminenti. Vulgo dicitur *Encens*.

I. aracouchini Aubl., t. 133.
Male nota. Specimina certiora in herbariis desunt. Arbor maxima in sylvis densis crescens, trunco valido, resinam concretam fundenti, agnoscenda. Folia intensius viridia, foliola 5 ou 3 ferentia, sæpius resinæ albidæ maculam exsudatam præbentia. Fructus minores, coriaceo-lignosi, ab Indis, ornamenti gratiâ, circa collum usitati.

I. heptaphylla Aubl., t. 130.
Male nota. Proxima *I. guianensi* à quâ diagnoscitur foliis majoribus, firmioribus, 7-foliolatis; floribus paululo majoribus, albidis nec virentibus.

I. decandra Aubl., t. 135, sub *I. pentandra*.
Male nota. Flore petala 5, nec 4, præbenti diagnoscitur. Huic refero arborem in sylvis Karouany humi cæsam ante flores omnino expansos, tempestate siccâ. Ramuli robustiores, folia 7 foliolata, foliolis ovato-oblongis, coriaceis. Flos quam in *I. guianensi* multo major, petalis 5 erectis, crassiusculis. Cyma pauciflora, brevis. Ramuli lignosi robusti.

I. altissima Aubl., t. 132.
Magna et pulchra species, in herbariis rarissima, bis in Guyanâ gallicâ lecta, *I. macrophyllæ* H. B. proxima, forsan conjungenda. Folia 7-foliolata; fructus aliis major. Herb. Mus. Paris. Poiteau legit fructiferam.

I. sagotiana Marchand, sub *Protium sagotianum* March. Burséracées, tab.

Arbor magna, odore terebinthaceo in vivo debili, in sicco evanido. Diagnoscitur foliis foliola 11 ferentibus, foliolis oblongo-lanceolatis, apice longissime acuminatis, glabris, longe petiolulatis, petiolulo nigrescenti rugoso, nervis prominulis; floribus 5 meris, calyce quam in *I. guianensi* majori, crassiori, ad medium 5-fido, petalis albis. Stamina sæpius

abortu 7; discus pilosus. Petala erecta, non apice reflexa. Fructus ignotus. Flores sessiles in paniculâ subglomerati, extus bracteolati. In sylvis Karouany legit Sagot n° 1191. Forma alabastri *Talisiæ*.

I. enneandra Aubl., t. 134 mihi ignota. Valde dubium videtur stamina 9 constanter in floribus adesse. Petala sæpius 5 ex Aublet, foliola 3, magna. In Sinamari superiori Aublet legit.

Distinctio specierum in genere *Icica* difficillima. Folia variant numero foliolorum et magnitudine, variat quoque inflorescentia. Occurrunt nonnulla specimina inflorescentiâ diffusâ multiflorâ insignia, quæ præbent flores ovarii abortu masculos, aut ovario subabortivo anomalos. E tali specimine *I. polybotrya* Turcz. instituta fuit. Fructus maturus in herbariis raro occurrit.

Genus *Icica* a cl. Marchand cum genere asiatico *Protium* sub nomine *Protio* conjunctum fuit. Plantæ asiaticæ enim valde similes. Tamen in catalogo, ob usum, nomen *Icica* servavi.

Genus novum *Tapirocarpus*, floribus ignotis incomplete definitum, ægre propono, sed fructus in vivo sedulo observatus nullo generi convenit, quanquam sit *Icicæ* affinis, et in hâc familiâ exactæ fructuum descriptiones pretiosæ videntur.

Flores ignoti. Fructus sphæricus, leviter depressus, magnitudine pomi minoris, lineis 5 notatus, coriaceus, odore resinoso acri præditus, valvis pericarpii quinque caducis stellatim dehiscens; intus 5 locularis, dissepimentis membranaceis centro in columnam confluentibus, loculis monospermis. Semina magna, oblonga, arillâ carnosâ albidâ involuta ventre mediâ parte affixa. Testa tenuis membranacea; perispermum nullum; embrio magnus, amygdaliformis, virens. Cotyledones crassi apice trilobi, lobo medio productiore, reduplicato, radiculâ superâ. Arbor aspectu *Talisiæ*, foliis magnis, pinnatis, multijugis, prædita.

Tapirocarpus talisia Sagot.

Arbor mediocris. Ramuli juniores robusti, pubescentes.

Folia maxima, paripinnata aut abortu imparipinnata, 7 aut 8 juga, leviter in vivo viscosa, odore terebinthaceo. Rachis cylindrica, pubescens, basi inflata. Foliola magna, oblongo-acuminata, subalterna aut subopposita, sessilia, integerrima, adulta supra nitida, nervo medio excepto, glabra, infrapubescentia, præsertim ad nervos. Stipulæ nullæ. Gemmæ supra axillares, spinulis herbaceis stipulæformibus (foliis rudimentariis) obtectæ. Fructus supra descriptus. In sylvis Karouany Sagot semel legit. Nomen e fructu aliquid similitudinis præbenti cum fructu, multo minori, *Tapiriræ guianensis* Aubl., tab. 188, infauste cum specimine florifero cunjuncto. Fructus *Tapirocarpi*, quanquam multo major et loculis 5 præditus, affinitatem cum *Icicâ* præbet.

Foliola 14 cent. longa, 5 lata.

CONNARACEÆ.

Me judice *Connaraceæ* potius inter *Terebinthaceas* adnumerandæ sunt quam pro familiâ propriâ habendæ. Genera *Rourea*, *Connarus*, *Omphalobium* utrum ad alterum transeunt. Distinctio specierum difficilis est, nempe flores in eâdem specie diversæ inveniuntur prout masculæ sint, vel at certe ovario subabortivo præditæ, aut hermaphroditæ, floribus diversis, inflorescentiâ leviter diversâ donatis, et petala majora aut minora ut et pedicellos longiores vel breviores, graciliores vel crassiores, præbentibus. Præterea numerus foliolorum in foliis valde variat; pili, sæpe caduci, tomentum abundans aut rarum præbent, etiam desunt. In genere *Connarus* tres species auctorum sæpe ad unam reducendæ mihi videntur. Nervatio et consistentia foliolorum optimos characteres præbet ad formas diversas conjungendas.

Rourea frutescens Aubl., t. 187. Scandens. Folia imparipennata, foliolis 5, 7 vel 3. Foliola ovato-oblonga, superne glabra subtus sericeo-puberula, albida vel subpallida. Flores albi, odorati. Alabastrum oblongum villosum. Flores masculi

magis patentes, petalis calice triplo longioribus, rudimento ovarii villoso. Flores hermaphroditi petala minora erecta præbentes. Folliculus parvus subincurvo clavatus, glaber, uno latere apertus aut bivalvis. Crescit passim, sparse, non frequens. Folia in vivo subtus eximie albida notavi.

R. revoluta Planch. Walp. ann. 3. *R. frutescens* Aubl. *Flor. Bras.*

Admissa pro verâ *R. frutescens* Aubl. in herbariis pluribus, cum descriptione Aubletii minus bene quam species præcedens quadrans, differt tantum foliolis magis coriaceis, nervulis prominulis valde reticulatis, utro latere glaberrimis, vel subtus in nervis parce pilosulis, verisimiliter in vivo non subtus glaucis, panicula florida parcius puberula. Non vidi specimen authenticum plantæ a cl. Planchon descriptæ. Videtur præbere rachidem folii graciliorem. In Guyana gallicâ a pluribus lecta, Leprieur spec. mascula, Sagot specimen fructiferum.

R. surinamensis Miquel.

Leviter differt floribus longius pedicellatis, panicula florida magna, diffusa, multiflora, glabra, calice glabro ad apicem sepalorum penicillatim puberulo. Vidi specimen authenticum in Surinamo Kappler n° 1969 collectum in Herb. Mus. Par. Optime quadrat specimen ad ripas fluminis. Mana a cl. Mélinon lectum. Foliola coriacea, utro latere glabra, nervulis reticulatis, sæpe magna, ovata aut ovato-oblonga. Numerus foliorum 7, 5, 3.

Fructus in tribus speciebus similis, parvus, oblongus, glaber, semine ad basim affixo.

Genus *Connarus* syn. Omphalobium DC. præbet fructus majores quam Rourea, inflato-gibbosos et semen ad partem superiorem carpelli affixum.

Connarus punctatus Planchon, Walp. ann. 3.

Species robusta, foliis magnis, glabris, 7-foliolatis, foliolis oblongis, sæpius punctatis, breviter petiolulatis, petiolulo crasso rugoso. Flores ochroleuci, odorati, numerosissimi, in

vastas paniculas dispositi, ramulis paniculæ et calice puberulis. Fructus 2 cent. longus, 1 ½ latus, inflato gibbosus, striatus, glaber, semen unicum magnum continens, ad apicem carpelli insertum. Arilla mediocri magnitudine, lutea, mamillata, circa hilum; cotyledones crassi, virentes, intus punctati. Ad ripas passim. A pluribus collectus. Sagot coll. 201.

C. Patrisii Planchon. *Omphalobium patrisii* DC. Vidi in Herbario Prodromi specimen authenticum. Species proxima *C. punctato*, distincta foliolis minoribus non punctatis, superne valde lucidis, et fructu paulo minori. Flores ignoti. In Herb. Prodr. specimen fructiferum verisimiliter a Patris lectum insigne fructu subgloboso mediocri magnitudine. Specimen aliud fructiferum fructu majori, a cl. Perrottet lectum conjunctum fuit. Ad C. Patrisii refero specimen fructiferum a cl. Mélinon lectum ad Maroni. Fructus media magnitudine gibboso-incurvus, apice acuminatus. Folia aspectu Andiram referunt. In fructibus duobus apertis semen nullum inveni. Inde patet quanta cum prudentia e forma fructus species constituendæ sunt.

C. Perrottetii Planch., *Omphalobium Perr.* DC.
Vidi in Herb. Prodr. specimen authenticum. Species robusta, pulchra, proxima *C. punctato*, a quo diagnoscitur fructibus rufo-tomentosis et foliolis subtus tomentosis, tomento primum rufo, dein decolore, ulterius plus minus caduco. In Guyanâ Gallicâ legerunt Perrottet, Mélinon. Specimina, ob tomentum facile caducum, sæpe aspectu diversa.

C. fasciculatus Planchon, *Omph. fasc.* DC. Species instituta e specimine fructifero folia nulla præbenti a Perrottet collecto, mihi delenda videtur. Inflorescentia et forma fructûs characteres specificos certiores largiri nequeunt. Vidi fragmentum in Herbario Prodromi et specimen in Herbario Mus. Par.

C. Lamberti Planch., *Omph. Lamb.* DC. Species male nota, vix dubia Guyanæ incola. Instituta fuit, non e specimine syl-

vestri, sed e specimine culto in Horto insulæ Saint-Vincent, sub nomine *Connarus guianensis*, e savannis arenosis interioribus Guyanæ allato. Specimen in Herb. Prodromi incompletum inflorescentiam vix omnino defloratam præbens et fructus paucos, maturos? Flores minimi sessiles, in axi gracili glomeratim racemosi. Axis ramosa longa. Fructus formâ *Omphalobii* parvus. Foliola oblonga apice acuminata, glaberrima, leviter coriacea. Lambert plantam dederat.

Le Mémoire sur les Connaracées de de Candolle (*Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris*, 1825, t. II) contient les descriptions originales dont les diagnoses du Prodrome sont le résumé. J'ai pu le parcourir à Genève sur l'obligeante indication de M. A. de Candolle.

C. confertiflorus Baker. Flor. Bras. tab. Species arborea, nec sarmentosa, valde resinosa, floribus 4-meris prædita, ab aliis valde diversa, ulterius observanda, semel lecta. Folia glaberrima, coriacea, 7-foliolata, foliolis ovato-oblongis, apice acuminatis, lucidis, crassis. Flores parvuli, subsessiles, basi bracteolati, virentes, 4-meri, in paniculas confertas dispositi. Ramuli paniculæ puberuli. Calix pilosus; petala superne extus reflexa. Fructus ignotus. Suspicor enim immerito in alia stirpe foliis subsimilibus prædita fructus forma Connari pro fructu *C. confertiflori* habuisse. Foliola 10 cent. longa, 5 lata. Arborem in sylvis Karouany non valde raram legi, nomine vulgari *Aiaoua* (ut aliæ arbores odore resinoso præditæ) notam.

LEGUMINOSEÆ. — TRIBUS PAPILIONACEÆ.

Crotalaria stipularia Desv. Circa Cayenne.

C. anagyroides H. B. Kth. Frequens.

C. retusa L. C. Hostmanni Steudel. Vulgaris.

Sesbania sericea DC. Griseb. flor. W. J. Cayenne, rara.

S. exasperata H. B. var. *S. macrocarpa* Miquel, Maroni.

Tephrosia toxicaria Pers. Culta, vel subspontanea. Vulgo *Sinapou*.

Indigofera anil var. *polyphylla* DC. Prodr. Vulgatissima.

I. microcarpa Desv. Planta valde humifusa. In arenosis juxta Mana legi. Sagot, coll. n° 116.

Stylosanthes angustifolia Vogel.
Circa Cayenne in arenosis.

S. viscosa Sw. in arenosis littoris vulgaris.

S. guianensis Sw. Trifolium guianense Aubl. t. 309, in littore. *S. hispida* Rich. est forma pilosior. In tabulâ Aubletii folia nimis magna.

Zornia diphylla Pers.
Var. *gracilis*.
Var. *reticulata*.

Ubique vulgatissima.

Desmodium asperum Desv. *D. Perrottetii* DC. forma unifoliolata.
Circa Cayenne, rarum. Flora Brasiliensis in synonymiam ducit *D. elatum* H. B. *D. rubiginosum* Benth. et *D. spectabile* Miquel.

D. molle DC. *D. terminale* DC. Forma unifoliata. *Hedysarum terminale* Rich.
Indicatur in Guyanâ. Specimen guianense non vidi.

D. ascendens DC. *D. racemiferum* DC. *D. uncinatum* DC. *D. obovatum* Vogel.
In Guyanâ totâ vulgatissimum.

D. incanum DC. *D. supinum* DC. *D. ancistrocarpum* DC. In Guyanâ totâ vulgatissimum.

D. axillare DC. *D. reptans* DC.

Frequens. Flores albi. In insulâ Guadeloupe flores lilacinos *rum* vidi.

D. triflorum DC.
Circa Cayenne rarum.

D. barbatum Benth. *Nicholsonia cayennensis* DC. *Hedysa-guianense* Aubl. (?) *D. cœruleo-violaceum* DC. Vulgare.

Æschynomene sensitiva Sw.
Ad aquas; vulgaris, præsertim in littore.

Æ. americana L.
In savannis.

Æ. hystrix Poiret. *Æ. cassioides* Desv. *Æ. densiflora* Benth.
In savannis.

Æ. brasiliana DC. *Æ. paucijuga* DC.
In savannis vulgatissima.

Æ. paniculata Willd. *Æ. gracillima* Miquel.
Indicatur a Flora Brasiliensi in Guyanâ gallicâ.
Vidi specimen surinamense.

Abrus precatoria L.
Colitur.

Arachis hypogæa L.
Culta. In cultis derelictis aliquando per nonnullos annos subspontanea.

Rhynchosia phaseoloides DC.
Passim.

Rh. minima DC. *Rh. punctata* DC.
In littore.

Cajanus flavus DC.
Colitur sub nomine *Pois d'Angole*.

Eriosema violaceum G. Don. *Cytisus violaceus* Aubl., t. 306. *E. grandiflorum* Bernh.

In savannis Macouria, Aublet, Leprieur, Mélinon. Corolla ex Aublet violacea, ex aliis lutescens.

Clitoria ternatea L.

Colitur.

C. poitæi DC. *C. arborescens* Ait. *Dolichos spurius* Meyer (?) Occurrunt rami scandentes et alii frutescentes. Corolla magna atroviolacea. Valde vulgaris præsertim in littore.

C. javitensis var. *glabra Neurocarpum javitense* H. B. Corolla odorata, rosea, pulcherrima. Planta alte scandens, rara. Karouany in sylvis. Sagot legit, n° 120.

C. guianensis Bth. *Neurocarpum guianense* Desv. DC. Prodr. *Crotalaria guianensis* Aubl., t. 105.

In savannis Kourou. Planta humilis erecta, floribus roseis, speciosa. Semen ovato-rotundum, magnitudine *Phaseoli*, nigrum, testâ nitidâ. Foliolorum forma in plantâ late diffusâ, maxime variat, linearis vel ovata. In speciminibus Guianæ foliola late linearia.

C. glycinoides DC. *Neurocarpum*.

Passim. Flos albus cum maculâ pallide lutescenti et striis lilacinis pallidis.

Centrosema brasilianum Pers. *Clitoria brasiliana* L.

In savannis vulgatissimum. Flos amæne lilacinus.

C. virginianum var. *Clitoria virginiana* L.

Vulgaris. Forma guianensis flores majusculos præbet et folia magna, glabra. Flores albi.

C. plumieri Benth.

Passim, non frequens. Corolla maxima, alba cum maculâ magnâ purpureâ ad basim vexilli

Vigna luteola Benth. var. *villosa*.
Ad littus maris.

Phaseolus ovatus, var. *angustifolius*.
Flores lutei.

Ph. pascuorum Martius. *Ph. spixianus* Mart.
Flores roseo-purpurei. Folia glabra, foliolis ovato-deltoideis sat magnis. Legumen compressum, subarcuatum. Semina minima atro-brunnea, lucida, punctulis nigris. Ad littus maris rarus.

Ph. semierectus L. *Ph. longepedunculatus* Martius. Flores pallidiuscule coccinei. Ad littus.

Ph. adenanthus Meyer. *Ph. surinamensis* Miquel Walp. rep. 2.
Caulis gracilis, volubilis, glabrescens. Flos satis magnus, suaveolens, albido-lilacinus, ulterius pro parte luteolus.

Ph. lasiocarpus Martius.
Affinis *Ph. adenantho* sed pilosus. Legumen lineare cylindricum, rectum, hirsutum. Sat frequens præsertim in littore.

Ph. lunatus L. *Ph. inamœnus* L.
Colitur sub nomine *Pois de sept ans*. Perennis. Varietates plures semina diversa præbent.

Lablab vulgaris.
Colitur raro.

Dolichos sesquipedalis L.
Colitur in hortis. Vulgo *Pois ruban*.

D. sphærospermus DC. var.
Colitur vulgo sub nomine *Grand pois chiche*. Semen ovatum pallide fuscum.

D. unguiculatus Jacq. *D. melanophtalmus* DC. Colitur vulgo

sub nomine *Pois chiche*. Semen ovato-rotundum, sordide albidum cum maculà nigrà magnà. Aliquando macula nulla. Præcedenti paulo minor.

D. regularis E. Meyer.

Hirsuto-pilosus, subgracilis, volubilis. Flores parvuli, sessiles, pauco numero apice longioris pedunculi spicati. Dentes calycis setacei ciliati. Corolla dentibus calycinis non longior. Legumen lineare, compressum, parvum, villosum, circiter 5-spermum. Bracteola unica ad basim floris. Cayenne. Herb. Mus. Par.

Canavalia obtusifolia DC.

In littore frequens. Flores rosei. Semen ovatum fuscum magnum. Legumen 4-6-spermum.

C. ensiformis DC. *C. gladiata* var.

Colitur raro. Legumen maximum. Semina maxima, leviter compressa, sæpius alba.

Dioclea lasiocarpa Martius.

Vulgatissima, præsertim in littore. Spicæ florales longæ. Bracteæ duo ovatæ roseæ, calyci adpressæ, alabastrum obtegunt, et mediam longitudinem calycis in flore æquant, ulterius caducæ. Corolla pulchra violaceo-purpurea. Fructus valde hirsutus, crassitie digiti, 10-spermus. Semen maturum non vidi.

D. violacea Martius, Walp. rep. 1.

Legumen latum, crassum, semina pauca, maxima, rotundata, compressa, hilo circulari cincta, continens. Racemi florales axi robusto præditi. Bracteolæ calycinæ parvulæ, calyci adpressæ. Calix, pilis sæpius nigris, sericeus. In sylvis alte scandens, haud rara.

D. glabra Benth.

Proxima *D. violaceæ*. In sylvis rarior.

Mucuna urens DC.

In littore. Parce frequens. Bracteæ florales ovato-rotundatæ, magnæ, axi insertæ, alabastra operientes, cito caducæ.

M. altissima DC.

In sylvis passim. Ad ripas collegitur. Legumen latissimum.

Erythrina glauca Willd.

Passim ad vicos. Forsan subspontanea.

TRIBUS DALBERGIEÆ.

Hecastaphyllum monetaria DC. *H. benthamianum* Miquel.

Ad ripas valde frequens.

H. pubescens DC.

Ad ripas in parte superiori fluminum.

Moutouchi suberosa Aubl., t. 299. *Pterocarpus suberosus* Pers. *P. draco* L.

Ad ripas fluviorum vulgatissima.

Amphimenium rohrii Kth. *P. Rohrii* Mey.

In sylvis haud infrequens. Variat foliolis angustioribus aut paulo latioribus, membranaceis aut paulo firmioribus. Flores lutei, racemosi, racemo subbrevi, densifloro. Legumen videtur raro post flores accrescere ; nullum enim fructum in pluribus arboribus floriferis vidi.

Platymiscium sp.

Legi ad ripas Karouany *Platymiscium* junioribus alabastris munitum. Folia in ramo virgato opposita, magna, trifoliata, glabra, longe petiolata. Foliola longe petiolulata.

Racemi florales, subbreves, axillares.

Altera species, incomplete cognita, a Poiteau collecta cum fructibus maturis, sterilibus, sine floribus, in Herb. Mus. Par. servatur. Folia magna, glabra, coriacea, foliola circiter septem,

alterna, præbent. Fructus ovato subrotundus, magnus, valde compressus, pariete coriaceâ, subtenui.

Drepanocarpus lunatus Meyer.

Vulgo *Amourette*. Frutex spinosus, gregarie crescens in aquis parce profundis ad ripas fluviorum solo limoso ad ostia præsertim.

D. inundatus Martius.

Ad ripas humidas in parte superiori rivorum in sylvis frequens. Inermis, foliola satis magna, siccando nigrescentia.

Machærium ferrugineum Benth. *Nissolia quinata* Aublet, t. 297. *N. ferruginea* et *N. diadelpha* DC. Prodr. In sylvis, ad ripas satis frequens.

M. villosulum Martius, Walp. rep. 1. *varietas*.

Legi folia tantum ferens ad Karouany.

M. leiophyllum Benth. *Nissolia leiophylla* DC. Prodr.

Ad ripas satis frequens. A multis collectum.

M. bracteatum Benth. varietas, *M. Kegelii* Meissn. Walp. Ann. e descr.

Rarum. Legi ad ripas Karouany. Siccando nigrescit. Species robusta, agnoscenda bracteis duabus calicem stipantibus, vix æquilongis. Folia 11-foliolata, nitida; corolla rosea. Coll. Sagot, n° 892.

M. floribundum Benth. *M. fagifolium* Kl.

Species robusta, facile agnoscenda floribus minimis, numerosissimis, albidis aut ochroleucis cum maculâ atropurpureâ ad vexillum, calycibus et ramulis paniculæ atropuberulis, foliolis magnis, ovatis, glabris, stipulis indurato-subspinosis. Satis rarum. Coll. Sagot, n° 156.

M. robiniifolium Vogel, Griseb. fl. W. I. *Drepanocarpus isadelphus* E. Meyer. *Nissolia polyphylla* Poiret DC. Prodr.

Passim, rarius florens. Aspectu multum variat, foliis plus minus villosis, ramis plus minus scandentibus aut fruticosis, stipulis herbaceis aut spinescentibus.

M. angustifolium Vogel. Griseb. fl. W. J. *Drepanocarpus microphyllus* Meyer.

Rarum. Vidi semel ad Karouany folia tantum ferens. Foliolis minimis, numerosissimis, agnoscitur.

Machæria nonnulla præbent ramulos abortivos cirrhiformes, spinas recurvas, loco foliorum, ferentes. Aspectus ramorum variorum in eâdem specie valde diversus. Omnia alte scandunt in sylvis.

Derris guyanensis Benth. *Lonchocarpus pterocarpus* DC. Prodr. Herb., prodr. !

Alte scandens. Folia imparipinnata, glabra, sæpius 5-foliolata. Flores parvuli, albidi, numerosissimi, in racemos longos, fasciculatos, dispositi. Legumen membranaceo-compressum, oblongum. Satis frequens. Coll. Sagot, n° 124.

Lonchocarpus pentaphyllus H. B. *L. heptaphyllus* DC. *L. latifolius* H. B.

Sat frequens ad ripas, præsertim in littore.

L. nicou Aublet. Sub *Robinia nicou*, t. 308. *L. floribundus* Benth.

Insignis caule scandente, gracili; racemis floralibus longissimis, multifloris. Rarus, sparse crescens. Utitur ad pisces inebriandos. Forsan variæ species sub uno nomine vulgari confusæ.

L. maculatus H. B. *Glyricidia maculata.*

In littore, passim.

Mullera moniliformis L. F. *Coublandia frutescens* Aubl., t. 356. *Sphinctolobium glaucescens* Miquel, tab.

In littore. Fructus modo ovatus-rotundus monospermus, modo semina 2 vel 5 continens, oblongo-cylindricus, inter

semina valde constrictus, pariete viridi tenui, molli, seminibus magnis humidis, ex Aublet viridibus. Flos roseus papilionaceus. Aublet florem alienum errore descripsit.

Andira inermis Kth., *A. racemosa* Lam.
Satis rara. Leprieur.

A discolor Benth.
Species pulchra a cl. Martin lecta. Herb. Mus. Paris. Foliola ovato-oblonga, magna, subtus incana, reticulata.

A. violacea, *Acouroa violacea* Aubl. t. 301; *Geoffræa violacea* Pers. DC. Prodr.
Male nota. Insignis tamen e descriptione Aubletii loco natali ad ripas aquâ subsalsâ aliquando inundatas juxta Cayenne et Gabrielle. Circa Cayenne fructiferam vivam observavi, sed specimina non legi. In herbariis deest. *Acouroa* e verbo Galibico *acourou*, quod lutum designat.

A. retusa Kth., *Geoffræa pubescens* Rich.
Agnoscenda foliolis ovato-obtusis, mediocri magnitudine, satis numerosis. Passim. A variis botanicis lecta.
Verisimiliter aliæ species in sylvis crescunt, sed oculos fugierunt in umbrâ densâ sylvarum.

Dipteryx odorata Willd., *Coumarouna odorata* Aubl., t. 296.
Vulgo *Gayac, feve Tonka*. In sylvis haud infrequens, ut fructus humi lapsi demonstrant, non facile colligenda. Lignum durissimum.

D. oppositifolia Willd, *Taralea opp.* Aubl., t. 298. In sylvis rarior. Arbor magna, raro collecta. Herb. Mus. Par.

Deguelia scandens Aubl., t. 300. Mihi valde incerta permanet. In Herb. Mus. Par. sub hoc nomine *Derris guianensis* asservatur, tabulæ foliis et flore non absimilis, fructu autem diversissima. Aublet legerat in Sinnamari superiore ad rivum Galibicum.

Cyclolobium Hostmanni variet.

Rami lignosi virgati potius fruticis subscandentis quam arboris. Folia magna, 1-foliata, ovato-oblonga, apice acuminata. Racemi florales gracillimi, pilosuli, solitarii aut subfasciculati, axillares aut e ligno ad axillam folii delapsi prodeuntes. Flores minimi, papilionacei, e sicco roseopurpurei, brevissime pedicellati, in racemo parce numerosi. Calix 5-fidus, pilosus. Legumen oblongum, compressum, coriaceum, 5-spermum, dehiscens, valvis post dehiscentiam spiraliter contortis. Semen compressum, suborbiculare, sat magnum, testâ membranaceâ, fulvâ, tenui. Melinon legit 1845, loco natali non notato.

Folia, floresque proxime accedunt ad *C. Hostmanni*, legumen omnino cum genere *Cyclolobio* discrepat. An forsitan in *Cyclolobiis*, ut in aliis *Dalbergiis*, formæ fructûs duo, una sterilis, indehiscens, membranacea, altera fertilis, crassior, minus compressa, pariete coriaceâ aut sublignosâ? An e genere planta excludenda? Folia majora 25 cent. longa, 10 lata, petiolo 3 cent., coriacea, reticulata. Calix rufo-sericeus.

Specimen authenticum *C. Hostmanni* in Herb. Mus. Par. e Surinamo vidi. Bene quadrat, quanquam paulo gracilius. Fructum nullum profert.

TRIBUS SOPHOREÆ.

Ormosia coccinea Jacks.

Arbor, jam junior, at certe in littore, florens. Folia magna 5-foliolata, adulta, valde coriacea, glabra, supra nitida, subtus glabrescentia, nervis tamen puberulis. Flores atro-purpurei, paniculâ florali adpresse sericeâ. Fructus coriaceo-lignosus, maturus glaber, dehiscens, semina 1 vel 2 rotundata, leviter compressa, continens. Semen coccineum, magnum, cum largâ maculâ nigrâ. Vulgo, ut aliæ leguminosæ, *Panacoco* dicitur.

O. coarctata Jacks. DC. Prodr.

Specimen nullum vidi. Semen dicitur simili modo coloratum

sed minus. Foliola subtus hirsuto-pilosa, rufida, inæqualia.

Diplotropis guianensis Benth., *Dibrachium brasiliense* Benth., *Dibrachium guianense* Benth., *Tachigali paniculata* Rich. Voy. Walp. rep. 1 et 5.

In sylvis passim. Vulgo *Cœur dehors;* Sagot coll. n° 1037; Maroni, Mélinon. Flores roseo-purpurei, parvi, insignes calice coriaceo incurvo, vexillo parvo, staminibus valde perigynis. Fructum maturum legit Mélinon. Fructus compressus, coriaceo-lignosus, sæpius monspermus. Semen ovatum, magnum, testâ tenui, fulvo-subfuscâ.

Spirotropis Candollei Tulasne, *Swartzia longifolia* DC. Walp. rep. 5.

Semel lecta. Fructu ignoto male cognita. Folia imparipinnata, 7 aut 9-foliolata, magna, glabra, foliolis ovato-oblongis apice longissime attenuato-acuminatis. Stipulæ magnæ ovatæ. Flores parvuli, pedicellati, purpurei, in paniculam dispositi. Affinitas dubia. Alabastrum ovatum, pedicellatum, calix in anthesi irregulariter discissus, aliquid analogiæ cum *Swartzia* præbent, sed flos diversissimus. Herb. Mus. Par.

Vatairea guianensis Aublet, t. 302.

Arbor in sylvis haud infrequens, ut demonstrant fructus in fluviis natantes sæpe obvii, rarissime a botanicis lecta, floribus ignotis pessime cognita. Ob folia analoga juxta *Spirotropis* posui. Arbor ramulis robustis. Folia magna, imparipinnata, coriacea, glabra, 7-foliolata. Foliola ovata, pedicellata pedicello crasso rugoso. Stipulæ caducissimæ, verisimiliter minutæ. Gemmæ brevissime puberulæ. Calix (e vestigio in fructu persistenti) tubulosus, coriaceus. Fructus magnus, coriaceo-lignosus, compressus, 1 vel 3 spermus, ad semina tumens, inter semina leviter constrictus, margine crassâ coriaceâ. Legi fructiferam ad ripas Karouany, comitante cl. Mélinon; ad Maroni ulterius Mélinon legit fructiferam.

TRIBUS CASSIEÆ.

Sclerolobium tinctorium Benth. Arbor habitu paululo accedens ad terebinthaceas ob flores parvulos, virentes, dense racemosos, racemis in vastam paniculam aggregatis. Folia imparipennata, glabrescentia, foliola circiter 11 ferentia. Foliola mediæ magnitudinis, oblonga, apice attenuato-acuminata, inæquilatera, supra glabra subtus leviter puberula, reticulata. Flores minimi, subsessiles aut breviter pedicellati, primo aspectu apetali, petalis lineari-subulatis, filamento staminali non majoribus, tubo calicis brevissimo intus villoso, staminibus breviter exsertis, ovario pedicellato villoso, stilo inclinato.

Variat floribus sessilibus, axi racemi breviter tomentoso. In sylvis ad Maroni legit cl. Mélinon.

Vouacapoua americana Aubl., t. 373. Arbor colonis optime nota ob lignum optimum, durissimum, botanicis diu ignota permansit. Aublet vidit arborem fructiferam. Nuper inter plantas in sylvis ad Maroni a cl. Mélinon collectas, cl. Baillon observavit juxta specimina multa florifera specimen unicum servans fructum anni antecedentis Vouacapouæ omnino conformem. Arbor elata, trunco inferne costato, ligno atrobrunneo, durissimo. Ramuli tortuosi, ramosi, cortice tuberculoso vestiti. Folia imparipinnata, glabra, foliola circiter 11 ferentia. Foliola oblonga, apice acuminata, petiolulata, opposita, 10 cent. longa, 4 lata, supra lucida, glabra. Stipulæ verisimiliter parvulæ, caducæ. Flores parvuli, regulares, atropurpurei, subsessiles, dense racemosi, racemis valde ramosis, paniculatim aggregatis. Axis racemi ferrugineus-puberulo, bracteas caducas ferens. Alabastrum globosum; calix 5-fidus, ferrugineus; petala 5, oblonga, calice non multo longiora; stamina 10 perigyna, brevia; ovarium puberulum stylo brevi terminatum. Fructus magnus, obovatus, uno latere sulcatus, dehiscens, monospermus. Crescit in sylvis interioribus subsparsa. Genus *Batesia* Spruce proximum est, aut etiam con-

jungendum. In herbariis specimen floriferum leviter refert *Connari* aspectum.

Tachigali paniculata Aubl., t. 143, *T. trigona* Aubl. In sylvis interioribus satis frequens. Flores sulfurei, numerosissimi, in spicam erectam, longam, dispositi. Folia magnitudine et numero foliolorum in speciminibus siccis variant. Stipulæ sæpius pinnatifidæ. Fructus sæpe steriles valde compressi. Non differt *T. angustifolia* Miquel.

Diversas species valde affines forsan nimis subtiliter cl. Tulasne et alii descripserunt. *T. sericea* Tul., foliolis subtus leviter sericeo-puberulis. *T. pubiflora* Benth., foliolis subtus evidentius puberulis, alabastris tomentosis. *T. richardiana* Tul., bracteis paulo majoribus latioribus. *T. glauca* Tul., alabastris minoribus globosis. Specimina in Herb. Mus. Par. vidi. Confer Walp. rep. 5.

T. glauca Tul. Leprieur legit anno 1838. Alabastra minora, longius pedicellata, petioluli foliolorum dense puberuli.

T. sericea Tul. Potius forma quam species. Herb. Mus. Paris. Foliola subtus vix conspicue puberulosericea, nitentia.

T. richardiana Tul. Bracteæ ovatæ apice acutæ nec subulato-lineares. Herb. Mus. Par.

Hæmatoxylon campechianum L. Vidi cultum circa Cayenne.

Guilandina bonduc L. In littore maris. Semina grisea.

Poinciana pulcherrima L. Colitur sub nomine *Macata*. In hortis vulgaris.

Cassia fastuosa Wild. In Maroni superiori legit cl. Rech. Herb. Mus. Par. Proxima *C. grandi* L., *C. brasilianæ* Lam., distincta flore majori, longius pedicellato, pedicello gracili ad basim bracteolâ stipato.

C. sagotiana Vogel flor. bras. Benth. revis. cass. Arbor in

sylvis rara, raro florens, foliis tum majori parte delapsis. Folia lucida, coriacea, 4-juga. Foliola ovata, magna. Rachis angustissime margina, inter foliola glandulam depressam parvulam ferens. Flores numerosissimi, pulchri, suaveolentes, pedicellati, in racemos circiter 12-floros dispositi. Calicis sepala ovata, obtusa, breviter puberula. Petala calice triplo longiora, patentia. Stamina longiora tria declinata, antheram ovatam, parvam, gerentia. Ovarium gracile, arcuatum, poliovulatum, puberulum. Fructus ignotus. In sylvis Karouany rarissima. Sagot n° 802. Foliola majora 8 cent. longa, 4 lata, supra lucida, subtus opaca brevissime, vix conspicue, puberula.

C. apoucouita Aubl. tab. 146 mala., *C. ramiflora* Vogel. Arborea, sylvicola. A solo Aublet in Guyanâ lecta. In Brasilia frequentior. Affinis habitu *C. sagotianæ* sed foliola oblonga, apice acuminata, minora et stamina omnia erecta, brevia. Specimen authenticum in Herb. Lond. vidit cl. Bentham. Tabula Aubletii rachidem alatam præbet sed descriptio anguste margi latam dicit. In sylvis ad Sinamary superius.

C. quinquangulata Rich. Planta abundantissima in sylvis et præcipue in cultis derelictis novâ sylvâ obtectis. Affinis *C. vininea*, Antillarum et Brasiliæ borealis incolæ, distincta caule robustiori superne anguiato, foliis majoribus, foliolis subtus brevissime sericeo-puberulis, glandulis in rachide ad utrum par foliorum. Frutex; rami longe virgati, arcuati, apice floriferi. Flores pallide fulvo-lutei, non speciosi. Stigma attenuatum. Fructus cylindricus, longus, tarde dehiscens. Semina succo nigro, parco, spisso, induta, vestigium pulpæ in deliquium fluentis præbenti. Stipulæ subulatæ, caducissimæ.

C. bacillaris L., *C. fockeana* Miquel. Proxima *quinquangulatæ* a quâ differt floribus magnis, speciosis, aureo-luteis, foliolis subtus glabris, stipulis ovatis, persistentibus. Rara. Cayenne. Vidi vivam.

C. latifolia Meyer, Proxima *C. bacillari* a quâ leviter differt,

caule robustiori, stipulis maximis, late ovato-rotundatis, valde persistentibus; foliis majoribus, coriaceis, unicam glandulam inter jugum inferum præbentibus. Rachis setâ terminali, loco glandulæ deficientis, terminata. Sparse crescens, subrara. Maroni, Karouany.

C. chrysocarpa Desv., Benth. revis. Cass., *C. chrysotricha* Coll. *C. virgata* Rich., *C. chrysogyne* Vogel. In guyanâ satis frequens, valde florifera. Folia subparva, bijuga, dense in caule robusto conferta. Fructus brevis, coriaceus, subindehiscens.

C. multijuga Rich. Benth. rev. Cass., *C. calliantha* Meyer. In sylvis sparse crescit, ad ripas fluviorum legitur. Flores numerosi, speciosi. Folia multijuga. Synonima numerosa ob vastum spatium incolatûs à Brasilia ad Columbiam.

C. alata L. Sparse crescit, non frequens.

C. obtusifolia L., *C. tora* L. var. Vulgatissima, circa domos præsertim.

C. occidentalis L. Vulgatissima.

C. hispidula Vahl Benth. rev. Cass., *C. hispida* Coll., *C. absus* Aubl. non L. In littore maris, passim. In insulis Salutis.

C. diphylla L. Abundat in savannis.

C. uniflora Spreng. Benth. rev. Cass., *C. ramosa* Vog. *C. persooni* Coll. DC. Prodr., *C. savannensis* Miquel. Crescit in savannis. Forma guianensis præbet foliola parva oblonga.

C. patellaria DC. Cayenne et passim in littore.

C. calycioides DC. Indicatur a Prodromo circa Cayenne. Tabula adest in Florâ Brasiliensi. Planta gracilis. Folia parva, foliolis 12-jugis, petiolo glandulifero. Flores parvuli, breviter

pedicellati. Vidi specimen authenticum in herbario Prodomi In valle Amazonicâ legit cl. Jobert.

C. prætexta Vogel Walp. rep. 1. Ab Aublet circa Cayenne lecta, teste cl. Bentham qui specimen in Herb. Lond. vidit. Agnoscitur præcipue legumine glabro, crasso, incurvo, suturis late marginatis. Flores parvi, brevissime pedicellati. Folia subglabra.

Ulterius forsan in Guyanâ gallicâ invenientur aliæ species jam in Surinamo aut Demerari collectæ, ut : *C. moschata* H.B., *C. grandis* L., *C. viscosa* H.B., *C. hirsuta* L. syn. *C. venenifera* Meyer, *C. flexuosa* L., *C. glandulosa* L. syn. *C. Otterbeinii* Mey. et *C. disadena* Steudel ex Bentham, *C. riparia* H.B. syn. *C. parkeriana* DC. ex Bentham.

Genus ditissimum a variis botanicis monographice descriptum fuit ut a Colladon adjuvante de Candolle, Vogel, et nuper d. Bentham Trans. soc. Linn. tome 27. Species plus quam 300 cognitæ sunt, synonimis tamen jam multis admissis. Sectiones e staminum formâ, fructu, et aliquando e foliis institutæ sunt, sed aliquando ab unâ sectione ad alteram duo species aliquid affinitatis præbent, ut *C. excelsa* Schrad. cum *C. grandi*, *C. sagotiana* cum *C. polystachya*. Glandulæ petioli aliquando variare videntur.

Dicorynia paraensis Benth. Walp. rep. 1 vulgo *Angélique*. Arbor alta in sylvis interioribus frequens, non quotannis florens. Folia imparipennata, foliolis 7, ovatis, glabris, coriaceis. Flores albi, paniculati. Calix bracteis duabus stipatus, irregularis, sepalis 2 minimis, vel nullis. Petala 3; stamina 2; antheræ magnæ; ovarium deflexum. Puberulentia atrorubens in paniculâ florida, gemmis, et in ramulis novellis. Fructus compressus, ovatus, subindehiscens?

Swartzia tomentosa DC. In sylvis satis frequens. Flores lutei, magni.

S. Benthamiana Miquel. Arbor mediæ staturæ. Folia 9-folio-

lata, rachide nudâ, foliolis glabris, ovatis, magnis. Flores albi media magnitudine. Ovarium sericeum. Sagot coll. n° 1162, Karouany.

S. polyphylla DC. Prodr. Arbor mediæ staturæ. Affinis *S. Benthamianæ*, distincta foliolis numerosioribus, multo minoribus, coriaceis, apice acutis et ovario glabro. Patris legit floriferam, Perrottet legit fructiferam. Herb. Mus. Par. Sagot coll. n° 1199. Vulgo *bois pagaie*. Vidi specimen authenticum in Herb. Prodr.

S. brachystachya DC. Delessert icon. tab. Specimen authenticum vidi in Herb. Prodr. Species pulchra, optime distincta, semel in Guyanâ collecta. Alabastrum ovato-oblongum nec rotundum; racemus floralis mediocri longitudine; stamina subæqualia, filamento crassiusculo, antherâ ovata; ovarium non deflexum.

S. sericea Vogel, *S. erythrocarpa* Spruce. Indicatur in Guyanâ gallicâ e specimine a cl. Martin lecto in florâ brasiliensi. « Foliolis 7-11, ovali-oblongis, vel oblongo-lanceolatis, nitidis, ad venas pilosulis; racemis lateralibus plurifloris; calice intus ovarioque villosis, petalo nullo, stylo brevissimo uncinato inflexo; legumine obovoideo oblongo majusculo. » Specimen nullum vidi. Tabula floræ brasiliensis foliola oblongiora depinxit et ad foliola stipellas minutas.

S. triphylla Willd, *Possira arborescens* Aubl., t. 355. *S. bifida* Steudel. In sylvis non infrequens. Ramuli tenues, valde ramosi. Folia valde varia, 3-foliolata aut 1-foliolata, parva aut mediocri magnitudine, rachide alatâ aut nudâ. Flores parvi lutei. In Herb. Mus. Par. *S. aptera* DC. potius forma quam species vere distincta visa fuit.

S. alata Willd., *Tounatea guianensis*, Aubl., t. 218. In sylvis rara. Foliis sæpius magnis, rachide alatâ, racemis gracilibus, flore parvulo, apetalo, facile diagnoscitur. Aublet legit flores

et fructus ferentem in sylvis interioribus ad Sinnamari superiorem. Foliola glabra descripsit. Ulterius Richard et Patris legerunt foliolis subtus puberulis aut tomentosis.

S. oblonga Benth., *S. capparoidea* Kl. In Maroni superiore legit cl. Rech. Facillime agnoscenda foliis 1-foliolatis, foliolo ovato, glabro, coriaceo.

Eperua falcata Aublet, t. 142, *E. rubiginosa*, Miquel. In sylvis interioribus solo humido abundantissime crescit, sub nomine *Vouapa* aut *Vouapa gras* colonis nota. Arbor valde florifera, insignis floribus purpureis in racemo brevi subramoso dispositis, racemo longissime pedonculato, pendenti, flagelliformi. Stamina 10, quorum 5 sterilia paululo breviora, villosa. Calix coriaceus, 4 lobus, lobis imbricatis; petalum unicum; ovarium pedicellatum. Fructus compressus, et, quando nullum semen continet (quod sæpe evenit), valde compressus, coriaceus. Nomen *Eperu* a verbo indico, cujus significatio est *sabre* aut potius *sabre d'abatis*, culturæ in Guyanâ instrumentum. In herbario nigrescit. Lignum rubens, punctis oleo-resinosis notatum, utilissimum. An structura staminum omnino constans? Miquel *E. rubiginosæ* filamenta staminum glabra tribuit.

E. parivoa Sagot, *Parivoa grandiflora* Aubl., tab. 303. Proxima *E. falcatæ*, sed racemi florales non longo pedonculo flagelliformi suspensi. Petalum maximum. Stamina inferne coalita (decimo tamen libero) glabra. Folia similia. Flores purpurei. In sylvis verisimiliter rarior, nam in herbaris Delessert tantum De Candolle vidit. Specimen incompletum vidi in Herb. Prodromi a Delessert datum.

Proximum est *E. parivoæ*, *E. Schomburgkiana* Benth., quam in Guyanâ anglicâ interiori legerunt Schomburg et ulterius Appun. Petalum dicitur album. Confer Floram Brasiliensem.

Palovea guianensis Aubl., t. 141. Frutex in sylvis interioribus sparse crescens, facillime agnoscendus foliis unifoliolatis,

foliolo ovato-oblongo, magno, coriaceo, glabro. Habitus floris et racemi *Eperuæ* quanquam petala sint tria, oblonga, lobo calycis majori anteposita. Bracteæ calycinæ magnæ, connatæ, tubum calycis involventes. Bracteolæ in inflorescentiâ multæ. Fructus oblongus, compressus, semina 5 vel 7 continens. Flos purpureus. Mélinon nuper in Maroni *Paloveam* abunde collegit, paucis botanicis antea inventam.

Outea guianensis Aubl. t. 9. In sylvis interioribus ad rivum Galibicum Aublet legit. Foliola bijuga. In Herb. Par. deest.

O. multijuga DC. Foliola 5 aut 7 juga. Cæterum *O. guianensi* similis. In sylvis sparse crescit. Martin, Sagot, aliique legerunt.

Vouapa bifolia Aubl., tab. 7 quoad stamina mala; *V. staminea* Meyer, *Macrolobium hymenæoides* Benth. flor. Bras. In sylvis vulgatissima, totum per annum ad ripas florens. Stamina normalia longe exserta, in floribus male formatis, tempestate siccâ, breviora, ut Aublet descripsit. Fructus subrari, latissimi, valde compressi, monospermi ex Perrottet.

V. simira Aubl. t. 8. Species male nota, a solo Aublet lecta, fructus nec flores ferens, in sylvis interioribus ad ripas fluvii Kourou. Lignum violaceum, tinctorium, foliola unijuga formâ *Vouapæ bifoliæ*. Fructus latissimus, valde compressus, monospermus, dehiscens.

Variæ Leguminoseæ in Guyanâ lignum violaceo-purpureum præbent, præcipue *Cynometra* qui folia habet more *Vouapæ* bifoliolata.

Bauhiniæ Guyanenses pessime notæ. In sylvis densis difficillime leguntur; rarissime floribus et fructu simul obviis. Plurimæ species institutæ sunt ex unico specimine incompleto. Nescio an forma foliorum omnino constans sit, a foliis rami foliiferi vigentis usque ad ramulum floriferum lateralem post flores marcidos aut fructus maturos moriturum. Genus flores diversissimos præbet quoad calicem et stamina præsertim,

parvulos aut magnos, regulares aut irregulares et sectiones distinctissimæ videntur, sed transitus ab unâ ad alteram occurrit. *In Schnellâ* flores parvuli, numerosi, regulares, calice breviter campanulato, staminibus 10 brevibus, fertilibus, æqualibus. *In Bauhiniâ* flores magni, in brevi racemo pauci, calix tubulosus longus, flos irregularis, stamina plus minus basi coalita valde inæqualia, uno fertili libero longissimo, aut tribus fertilibus elongatis. Inter utrumque typum formæ intermediæ observantur numerosissimæ, et sæpe ut sectiones admissæ fuerunt.

Bauhinia poiteauana Vogel, Flor. Bras. (*Schnella*). Folia ovato-oblonga, mediocri magnitudine, basi, rotundata aut subcordata, apice attenuato-acuminata, brevissime petiolata, 5 nervia, nervis præcipuis tribus, glabra. Flores minimi, numerosissimi, sessiles, racemo sæpe prælongo dispositi. Calyx puberulus.

B. outimouta Aubl., t. 144, *B. speciosa* Vogel, Walp. rep. 1 (*Schnella* aut aliis auct. *Tylotea*). Folia magna, bifoliolata, supra glabra, subtus brevissime ferrugineo-puberula. Flores subparvi, ferrugineo-puberuli, dense racemosi, racemis subbrevibus, ramosis, subpaniculatis. Inflorescentia aliquando cirrhifera. Calicis sepala longa, acuta; petala villosissima. Aublet legit fructiferam. Alii floriferam legerunt sed incertum aliquando est an eamdem exacte speciem invenerint. Ipse in sylvis Karouany superioris vidi folia in stirpibus junioribus. Caulis alte scandens, complanatus, irregularis.

B. coronata Benth. flor. bras., *B. dubia*, Vogel, Walp. rep. 1, non Ger. Don ex Benth. Proxima *B. speciosæ*, a quâ differt dentibus calicis brevioribus, foliis subtus ferrugineo-sericeis, nitentibus, et racemo florali longiori.

B. guianensis Aubl., t. 145. Male nota. Aublet fructiferam legit. Folia bifoliolata, utrinque glabra, magnitudine mediâ.

In Karouany superiori vidi folia in sylvis in stirpibus junioribus. Folia erant magna. An exacte eadem?

B. Kunthiana Vogel (syn. *B. rosea* Miquel, tab. e Flor. Bras.).

In Guyanâ gallicâ ut in Surinamo indicatur a Florâ brasiliensi. Non vidi specimen siccum. Tabula Miquel speciem bene distinctam demonstrat. Folia magna, cordata, 9 nervia, apice brevissime acuminata, supra glabra subtus aurato-subsericea, petiolata. Flores mediæ magnitudinis, pedicellati, pedicello bibracteolato, racemosi. Calix in anthesi late apertus, petala sub inæqualia; stamina inæqualia, 3 majora, 3 breviora, aliis intermediis.

B. Richardiana DC. Prodr. Specimen nullum vidi.

B. cinnamomea DC. Prodr. Vidi specimen authenticum in Herb. Mus. Par. fructiferum, sed unicum florem delapsum (an certe ejusdem speciei) præbens. Folia ovata, apice acuta, mediæ magnitudinis, subbreviter petiolata, 7-nervia (nervis prominulis albidis) glabra. Inflorescentia verisimiliter terminalis pauciflora. Flos mediocri magnitudine, pedicellatus. Calix campanulatus 5-dentatus, petala calice triplo longiora. Stamina 10? subæqualia? petalis paululo breviora, filamentis basi coalitis. Legumen late lineare, compressum, longum, glabrum. Martin legit.

B. Kappleri Sagot. Species pulcherrima, distinctissima, ad *B. megalandram* Griseb. accedens, a cl. Kappler in Maroni superiori collecta. Folia magna, cordato-subrotundata, apice ad tertiam longitudinem bifida, utrinque glabra, 13-nervia, nervis subtus parce puberulis, petiolata, firmiter membranacea. Flores magni, rosei, pedicellati, in racemos breves, paucifloros, axillares et terminales dispositi. Alabastrum oblongum apice acutum, basi longe attenuatum brevissime albido-tomentosum. Calix basi tubulosus, apice spathaceus, membranaceus. Petala 4 cent. longa, unguiculata, oblongo-dilatata,

glabra. Stamen unicum fertile longissime exsertum, aliis parvulis, subabortivis. Stylus longissimus, gracilis, subarcuatus; ovarium lineare puberum, polyovulatum. Herb. Mus. Par. Folia 13 cent. longa, 14 lata, petiolo 5 cent.

Abunde differt *B. megalandra* Griseb., in Antillis crescens, calyce longissimo, coriaceo, tubuloso, brevissime ferrugineo puberulo, ramo crassiori, floribus pluribus axillaribus, sæpe solitariis, cujus specimina vidi in Herb. Mus. Par., jam a multis annis collecta, indeterminata.

Bocoa prouácensis Aublet., t. 381, *Etaballia guianensis* Benth., Walp. rep. Arbor mediæ staturæ in sylvis interioribus sparse crescens a colonis bene cognita sub nomine *Boco* ob lignum durissimum elegantissimum peripherie luteolum centro atrobrunneum. Foliola unifoliata. Flores parvuli, luteoli, laterales, in racemos paucifloros numerosissimos dispositi. Petala linearia, æqualia. Fructus parvus compressus, coriaceus, ovato-lanceolatus, dehiscens, monospermus. Funiculus filiformis, longissimus, glomeratim reduplicatus. Aublet arborem observavit foliiferam. Ipse vidi fructiferam sine floribus. Coloni colorem floris luteum descripserunt. Schomburg legit floriferam et similitudinem foliorum Bentham agnovit. Cl. Crévaux in Maroni superiori legit specimina foliifera, insignia foliis nonnullis trifoliolatis, pinnatis.

Cynometra hostmanniana Tul. Arbor in sylvis interioribus satis frequens, insignis ligno ad centrum purpureo, foliis bifoliolatis, formâ *Vouapæ* aut *Hymeneæ*, coriaceis, glabris, floribus minimis, albis, regularibus, longe pedicellatis, in racemos brevissimos umbelliformes dispositis, fructu coriaceo, lignoso, satis magno, ovato-rotundato, indehiscente, pericarpio mamillato-tuberculato crasso. Coll. Sagot, n°s 186 et 1063.

C. racemosa Benth., Walp. rep. 1, *C. hostmannianâ* distincta pedicellis floralibus pilosulis nec glabris, et axi racemi elongato, villoso. Perrottet legit H. M. P.

C. parvifolia Tul. Walp. rep. 5. Species elegantissima, primo aspectu agnoscenda foliis minimis, confertis, ramulis tenuibus, ut et petiolis, hirtellis. In Guyanâ gallicâ foliiferam Perrottet legit. Herb. Mus. Par.

(In *C. hostmanniani* funiculum seminis brevem vidi. Flores *Bocoæ* affines, folia diversa et fructus diversus).

Copaifera guyanensis Desf. In sylvis interioribus frequens. Proxima *C. officinali* a quâ foliolis oblongioribus diagnoscitur.

Crudya spicata Wild. Apalatoa spicata Aubl., t. 147, excl. fructu. Folia imparipennata; foliola circiter 14 glabra, inæquilatera, apice acuminata. Racemi florales bracteati.

C. obliqua Griseb. Proxima *C. spicatæ*, sed bracteæ nullæ, aut potius minimæ, squammiformes, cito caducæ. Sagot coll. n° 801, sub malo nomine *C. spicata*.

C. falcata Kl. Circa Roura cl. Giraud legit. Valde affinis *C. obliquæ*, sed gracilior, foliola minus numerosa, flores paululo minores, paulo longius pedicellati.

Delenda mihi videtur *C. bracteata* Benth. cujus specimen in Herb. Mus. Par. evidenter monstrosum est, axi racemi fasciato, bracteis monstrose multiplicatis. Planta normalis a *C. spicata* non differre videtur.

C. pubescens Spruce. Multa specimina misit cl. Mélinon ex horto botanico Baduel, ubi plantæ Guyanenses rariores sæpius cultæ fuerunt Herb. Mus. Par. Diagnoscitur foliolis oblongis apice obtusis, parce tomentosis, et floribus longe pedicellatis, pedicello gracillimo. Foliola circiter 6.

C. aromatica DC., *Touchiroa aromatica* Aubl., t. 148. Ab Aublet solo lecta in sylvis interioribus juxta rivum Galibicum. In Herb. Par. deest. Agnoscenda foliis unifoliolatis, aut forsan aliquando paucifoliolatis, racemis brevibus. Nomen e ligno leviter odorato.

Legumen normale in genere *Crudya* paulo est incertum. Suspicor aliquando fructus magis compressos esse steriles. Fructus verisimiliter ovatus leviter compressus, monospermus, tarde dehiscens. Flores in vivo plurimi, fructus rari. *Crudyæ* videntur arbores mediocris staturæ, in solo humido crescentes, valde floriferi, ligno non duro. Foliis pinnatis, foliolis valde alternis, inæquilateris, stipulis minimis, caducis, et præsertim floribus parvis pedicellatis regularibus, apetalis, calicem 4-lobum cum staminibus longe exsertis decem præbentibus, in racemum densum dispositis, facile agnoscuntur. Distinctio specierum incerta.

C. parivoa DC., *Parivoa tomentosa* Aubl., t. 304. Aublet solus legit, fructiferam sine floribus (specimen tabulâ illustratum) et ulterius rursus invenire credidit in arbore floriferâ (specimen descriptum non delineatum) cujus flores accedebant ad genus *Parivoam*, tab. 303, nunc cum *Eperuâ* conjunctum. Specimina sicca non vidi. Tabula *Parivoæ tomentosæ* satis bene cum *Crudyæ* habitu convenit. Cognomen *tomentosa* e fructu breviter tomentoso. Ulterius Richard plantam fructiferam collegit quam ad *Parivoam tomentosam* retulit et cujus specimen communicatum in Herb. Jussieu asservatur. Hoc specimen vidi inter *Crudyæ* species collocatum, habitu bene ad *Crudyam* accedens, fructu valde compresso. Folia glabra.

Dialium divaricatum DC., *Arouna divaricata* Aubl., t. 5. In sylvis passim. Arbor aspectu potius ad Terebinthaceas accedens quam ad Leguminosas, sed in vivo odore terebinthaceo nullo prædita. Folia imparipinnata, foliolis alternis; flores minimi, virentes, apetali, paniculati, discum magnum et stamina brevissima duo cum ovario leviter excentrico, præbentes. Fructus ovatus, magnitudine olivæ lateraliter sulcatus, virens, indehiscens, pericarpio tenui, membranaceo, mesocarpio cellulari, sicco, medullæformi, acido, forsan in juventute carnosulo, sæpe sterilis. Aublet semina 1 aut 2 observavit. Arbor guianensis bene cum *Dialiis* Indicis convenit.

Nullum specimen e Guyanâ Gallicâ generum *Moræ* et *Dimorphandræ* in Herbariis vidi. Ulterius verisimiliter invenientur in sylvis interioribus.

TRIBUS MIMOSEÆ

Pentacletra filamentosa Benth., *Acacia aspidioides* Meyer. E foliis simillimis credo vidisse in sylvis Karouany. Arbor adhuc junior non florebat. Semina matura in Guyanâ gallicâ collecta cl. Baillon communicavit. Semen compressum formâ sæpe subirregulari subovatum, fuscum, diametro 3 cent. hilo parvulo.

Parkia nitida Miquel, *P. auriculata* Benth et *P. oppositifolia* Spruce in Herb. Mus. Par. conjunctæ fuerunt. Rara in Guyanâ sparse crescens. Circa Monsinery cl. Mélinon legit et ad ripas Maroni. Ad ostia fluminis Approuague ex cl. Bar. In Sinnamari ex Herb. Jussieu sub *Mimosa ouyraremâ ?*

Entada polystachya DC. In littore Guyanæ frequens præsertim ad ostia fluviorum. Flores minimi, pallide virentes, densissime in spicas fasciculatas conferti. Legumen valde compressum, latum, 40 cent. longum, in articulos breves plurimos secedens.

Vidi in aquâ natantia ad ostia Maroni semina quæ ad *E. scandens* L. pertinere visa sunt.

Adenanthera pavonia L. Colitur raro circa domos.

Neptunia plena Benth. Circa Cayenne in fossis. Flores aureolutei.

Stryphnodendron guyanense Benth. Mim. *Mimosa guianensis* Aubl., t. 357. In sylvis passim. Vidi circa Cayenne.

S. floribundum Benth., *S. polyphyllum* Benth. In sylvis sparse crescit. Proximum *S. guianensi*, a quo diagnoscitur foliolis angustioribus. Pennæ 14-jugæ; foliola 20-juga. Flores

albido-virentes, parvuli, sessiles, dense in spicam longam congesti. Spicæ florales fasciculatæ. Sagot coll. nº 1196, in sylvis Karouany. Perrottet Herb. Mus. Par.

S. Melinonis Sagot. Species affinis *S. guianensi*, sed distincta foliolis minimis, numerosissimis. Rami robusti, in sicco leviter atro-puberuli. Pinnæ 20-jugæ, foliola in pinnâ quâque 30 juga. Glandula petiolaris magna, proeminens. Glandulæ parvæ nonnullæ in rachide ad partem superiorem. Rachis puberula. Foliola minima oblonga, 3 millim. longa, 1 lata, supra glabra subtus puberula. Spicæ florales ut in *S. guianensi*, sed paulo graciliores. Flores minores, corolla puberula. Habitu accedit ad *Piptadeniam filicomam*. In sylvis Maroni legit Mélinon. *P. suaveolens* Miquel affinis quoque videtur.

Piptadenia psilostachya Benth., *Acacia psilostachya* DC. Prodr. Rami tenuiores quam in *Stryphnodendron*. Pinnæ 5 vel 8-jugæ, foliolo 10 vel 20-juga, utrinque glabra, exacte opposita, parva, oblongo-falciformia. Glandula petiolaris linearis, depressa. Spicæ florales graciles, flores minimi. Martin legit H. M. P.

Leucæna glauca Benth., *Acacia leucocephala* Link. Colitur raro circa domos.

Acacia farnesiana Wild. Colitur in hortis.

Mimosa obovata Benth., *Acacia guilandinæ* DC. Crescit in sylvis rara, inter arbores alte scandens. Caulis gracilis, aculeolatus, glaber. Pinnæ bijugæ sæpius, foliola sæpius 1-juga, magna, ovata, membranacea, glabra. Cirrhi aculeolati in summo caule fasciculati.

M. sagotiana Benth. Mimos., *M. schrankioides* var. *glabra* Sagot, coll. nº 1063. Caulis gracilis, elongatus, aculeis obsitus, arboribus vicinis sustentatus. Pinnæ 1-jugæ; foliola 15-juga, oblongo-linearia, 1 vel 2 cent. longa, supra glabra, subtus pilos sparsos adpressos præbentia. Petiolus longus,

aculeolatus, glaber. Stipulæ setaceæ. Flores minimi albi, in capitulum rotundum, parvum, glomerati. Capitula pedunculata, pedonculo hirto, 2 cent. longo. Fructus junior setis rigidis aculeiformibus adpressis obtectus. Fructus adultus valde compressus, 4 cent. long. 1 1/2 lat. setas rigidas præsertim in nervis præbens. In sylvis Maroni, rara. Corolla 4 fida, staminibus 4 exsertis.

M. myriadena Benth. Mim., *Entada myriadena* Benth. Walp. rep. 1. Ab aliis *Mimosis* Guyanæ statim agnoscenda floribus in spicas graciles dispositis. Planta aculeis obsita, in aquâ parum profundâ ad ripas crescens. Pinnæ 10 vel 15 jugæ; foliola 22-juga. Glandula petiolaris magna, et glandulæ nonnullæ in rachide inter pinnas superiores. Foliola parva oblonga, subtus puberula. Petiolus puberulus, aculeos nonnullos minimos ferens. Flores minimi, albido virentes. Calix minimus urceolaris; petala 5; stamina 5. Fructus compressus, glaber, in articulos secedens. Rara, sparse crescens. In Karouany superiori Sagot legit n° 830.

M. asperata Willd. Frequens. Crescit præsertim ad ripas in aquâ. Variat aculeis rarioribus.

M. polydactyla H. B. Kth. Crescit passim. Roura. Planta 1 mètre alta, ramosa, solo sicco crescens. Fructus maturi nigri, dense capitati.

Calliandra hymenæoides Benth. Mimos., *Inga hymenæoides* Desv., Journ. bot. t. 3, p. 70. Nomen e foliis foliola duo gerentibus ut *Hymenæa*. Ramus lignosus subgracilis, inermis, folia densa præbens. Folia glabra, bifoliolata, petiolo subtenui, mediæ longitudinis, basi imâ leviter incrassatâ articulato. Foliola ex ovato oblique falciformia, palminervia, obtuse subacuminata, basi extus dilatata. Glandula nulla. Flores parvi capitato-subspicati, sessiles, capitulo pedonculato. Corolla tubulosa calice quadruplo longior. Calix adpresse et parce puberulus. Stamina longe exserta, parte inferâ longe mona-

delpha. Richard legit. Vidi specimen authenticum in Herb. Richard nunc Franqueville, flores præbens sine fructibus. Schedula locum natalem non exacte indicat nec mensem et annum. Herb. Richard. Antilles, Guyane. In sylvis continentis. Scripturæ duæ diversæ in schedulâ. Desvaux plantam a Richard in Guyanâ collectam affirmat et nescio quomodo (e specimine altero aut ex notâ?) fructum breviter describit.

C. Patrisii Sagot, *I. hymenæoides?* in Herb. Prodromi. Folia modo foliola duo ferentia, sæpius tamen foliola quatuor, rachide tum inter par utrumque leviter marginato-subalatâ. Glandula nulla. Foliola magnitudine mediâ, obovata, extus leviter dilatata, penninervia, nervo medio leviter ad marginem interiorem accedenti, glabra, superne valde lucida. Flores glabri, sessiles, in capitulum longe pedunculatum dispositi. Calix brevis; corolla calice multo longior, apice 5-loba; stamina longe exserta. Corolla quam in *C. hymenæoide* paulo major. Legumen lineare, coriaceo-lignosum, valvis elastice excurvis. Foliola majora 5 cent. longa, 3 lata. Corolla 1 cent. Legumen 6 cent. longum. Vidi in Herb. Prodromi a Patris in Guyanâ gallicâ lectam. In descriptione Prodromi aliquid e planta Patrisii adjectum fuit sub *Ingâ hymenæoide*, plantis Richardi et Patrisii confusis.

C. surinamensis Benth. *Inga fasciculata* Willd. In Maroni superiore legit cl. Rech. Herb. Mus. Par. Suffrutex, ramosus. Pinnæ 1-jugæ. Foliola 12-juga. Petiolus brevis pubescens. Foliola parva, glabrescentia, conferta. Flores in capitulum pedunculatum dispositi.

C. calothyrsus Meisn. Walp. ann. 2. E foliis simillimis ad *C. calothyrsum* duco arborem in sylvis Karouany sine floribus nec fructu observatam. Folia maxima. Pinnæ 14-jugæ. Foliola 50-juga. Rachis et petiolus tomento brevissimo rufo obtecti. Glandula petiolaris depressa. Glandulæ in rachide plurimæ inter pinnas. Foliola oblonga, parva, glabra, membranacea, basi acu e subauriculata, 1 cent. longa, conferta, subtus pal-

lidiora. Rami crassi. Gemmæ novellæ dense rufotomentosæ, colore in atrobrunneum vergenti. Vidi non raro in sylvis Karouany stirpes novas e semine nuper enatas foliis plus quam pedalibus elegantissimis ornatas. In ramis floriferis folia sunt verisimiliter paulo minora. Vidi in Herb. Mus. Par. specimen authenticum floriferum in Guianâ batavâ interiori a cl. Kegel n° 1465 collectum. Flores pedicellati, in capitulos paucifloros dispositi, capitulis in inflorescentiam vastam, paniculæformem, superne bracteatam, terminalem aggregatis.

Pithecolobium dulce Benth. Cultum in hortis Cayenne.

P. macrostachyum Benth. *Mim. macr.* Vahl., tab. 26, *Inga macr.* Steudel. Indicatur circa Cayenne ex de Rohr. Nullum specimen e Guyanâ gallicâ vidi.

P. ligustrinum Klotsch, *Inga lig.* Willd. Indicatur circa Cayenne.

P. lætum Benth. Parcissime puberulum. Pinnæ 1-jugæ, rarissime 2-jugæ. Foliola 1-juga, oblongo-ovata, acuminata, glabra, membranacea, magna. Flores parvi, sessiles, apice puberuli, in capitulos longe pedunculatos dispositi. Martin legit Herb. Mus. Par.

P. trapezifolium Benth., *Mim. trap.* Vahl., *Inga trap.* DC. In sylvis vulgatissimum, totum per annum florens.

P. parvifolium Benth., *Acacia parv.* Willd., *Mimosa mangensis* Jacq. In littore abunde crescit, jam junius valde florens. Habitus *Acaciæ*. Flores albi. Fructus satis parvus, spiraliter contortus. Variat spinis stipularibus magnis, accrescentibus et inermis.

P. pedicellare Benth., *Inga pedic.* DC. Prodr. In sylvis valde rarum. Sagot coll. n° 910. Vidi arborem fructiferam in sylvis Karouany et flores siccos humi lapsos. Ramuli robusti. Folia magna. Pinnæ 9-jugæ. Foliola 25-juga, parvula, linearia,

subcoriacea 1 cent. longa, 1/4 lata, supra glabrescentia, subtus puberula. Flores similes floribus *P. corymbosi* paululo majores, longe pedicellati, in umbellam multifloram dispositi. Fructus rectus, coriaceo-sublignosus, compressus. Vidi in Herb. Prodr. specimen authenticum omnino conforme. Rachis puberula; glandula petiolaris, et glandulæ in rachide inter pinnas. Glandulæ minimæ manifestius pedicellatæ inter foliola.

P. corymbosum Benth. Walp. rep. 5, *Mimosa corymb.* Rich., *Inga trapeziformis* Steud. In sylvis Guyanæ abundantissimum, valde floriferum. Pinnæ 4-jugæ, foliola circiter 9-juga, membranacea, oblonga, glabrescentia, 1 aut 2 cent. longa. Glandulæ parvæ inter pinnas, glandulæ minimæ inter foliola. Flores parvi, pedicellati, umbellati, albido-virentes. Observavi nonnullos flores anomalos sessiles, majores, calice tubuloso. Mélinon legit specimina inflorescentiâ monstrosâ.

P. adiantifolium Benth., *Inga ad. Inga discolor* H. B. In parte superiori rivorum crescit frequens in aquâ ad ripas. Frutex, floribus albis, longioribus, eleganter ornatus. Pinnæ 8-jugæ. Foliola 20 aut 30-juga, glabra. Folia in sicco nigricantia, lucida. Legumen valde compressum, membranaceo-coriaceum, dehiscens, rectum, vel incurvum.

P. glomeratum Benth. sectio *caulanthum* Walp. rep. 5, *Inga glom.* Frutex in aqua crescens ad ripas. Ad ostia fluminum abundantissimus. Valde florifer. Folia typi bipinnati, sed incomplete evoluta, foliolo interno inferiori abortivo. Petiolus brevissimus. Pinnæ 2-jugæ. Foliola 2 aut 3 juga, glabra, ovato-lanceolata, acuminata, inæquilatera. Non mihi specifice differre videntur *P. grandifolium* Kl. nec *P. latifolium*.

P. cauliflorum Martius, *P. lasiopus* Benth. Ad ripas in aquâ crescit in parte superiori rivorum valde frequens. Proximum *P. glomerato*.

Enterolobium Schomburgkii Benth. Mimos. et Flor. Bras., *Pithecolobium Schomb.* Benth. Walp. rep. 5. Arbor in sylvis sat frequens. Aspectus *Acaciæ*. Ramuli puberuli. Pinnæ 15 jugæ. Foliola 35 juga, minima. Rachis puberula, glanduligera. Flores albi, parvi, subsessiles, capitati; capitulis parvis, numerosis, aggregato-paniculatis. Legumen coriaceo-lignosum, indehiscens, contorto-orbiculare. Dicitur vulgo *Bois macaque* ob fructus a Simiis comesos.

Genus *Inga*, nunc reductum ad species præditas foliis simpliciter pinnatis, foliolisque magnis, ut et semine pulpâ involuto, ditissimum in Guyanâ est. Species variæ designantur a colonis sub nomine vulgari *Pois sucré* ob semen pulpâ saccharatâ subeduli indutum. Arbores mediæ staturæ, juniores jam floriferæ, satis facile observantur, floribus albis innumeris ornatæ. Trunco cæso, novi rami e radice assurgunt et valde vigent. Nonnullæ tamen species staturâ elatiori præditæ rarius florent et raro collectæ fuerunt, aut etiam usque adhuc latuerunt botanicis, foliis tantum in juniori stirpe aliquando in sylvâ observatis. Sectiones, in aliis generibus omissas, ob numerum specierum admisi, et ordinem secutus sum institutum a cl. *Bentham* in *Revision of the sub suborder Mimoseæ. Transact. Soc. Linn. Lond.*, vol 30, anno 1874.

Species numerosissimæ sunt, sed multis et bonis characteribus distinctæ. Multum prodest ad species tuto distinguendas scire quid in eâdem specie leviter variare possit ab arbore unâ ad alteram. Species nonnullas vulgares ob id sedulo observavi seu vivas, seu in herbariis exsiccatas.

Folia arboris junioris, nondum floriferæ, majora sunt, et foliora sæpe oblongiora præbent et numerosiora. Rachis in specibus nonnullis ut *I. Thibaudiana*, potest occurrere alata, aut brevissime marginata, imo nuda. Calycis dentes sæpe leviter variant, ut longitudo exacta calicis et corollæ. Fructus potest esse longior aut brevior. In speciebus paucissimis (ut *I. affinis*) potest præbere suturas magi incrassatas et valvas angustiores, imo a suturis obtectas formâ tum cylindricâ, aut valvas latiores formâ tum compressâ. Ramus florifer aspectu

multum differt prout e ramo vigenti elongato desumptus est, aut e ramo terminali non amplius crescenti. Inflorescentia in primo specimine spicas florales axillares præbet, in secundo spicas multas in aspectum paniculæ terminalis congestas. Forma glandularum et pubescentia foliorum, calicis et corollæ, bonos characteres specificos largiuntur.

Semen in vivo in fructu maturo humidum permanet, et embrio est colore virenti. Testa est mollis, humida, membranacea, et arcte pulpæ adhærens. Pulpa alba, videtur formata telâ microscopicâ cellulari, pilis mollibus, coalitis, aquâ repletis, analogâ. Semen pulpâ omnino involutum.

Sectio Leptinga. — Flores parvi, pedicellati, pedicello longo, setaceo, umbellatim aggregati.

I. sciadion Steudel. Foliola bijuga, glaberrima, coriacea. Rachis alata. Flores brevissime et parce puberuli. In sylvis satis rara. Sagot coll. nº 959 Karouany, Cayenne. Vidi in vivo fructum maturum. Pulpa circa semina abundans. Legumen crassum, subbreve, subcylindricum.

I. umbellifera Steudel. Proxima præcedenti, distincta rachide nuda aut superne breviter marginata et floribus glabris, sæpe numerosissimis. Foliola coriacea. Ad Maroni legit cl. Rech.

I. sertulifera DC. Vix diversa ab *I. umbelliferâ* floribus brevius pedicellatis, minus numerosis et rachide superne alatâ. Perrottet legit Herb. Mus. Par.

I. myriantha Pœppig. Diagnoscitur ab antecedentibus foliolis submembranaceis, oblongis. Cæterum proxima. Rachis alata. In sylvis ad Maroni. Herb. Mus. Par.

I. virgultosa Vahl. Arbor mediocris, ramis valde ramosis, ramulis tenuibus. Folia parva, glabra. Rachis anguste alata. Foliola oblongo-lanceolata, apice attenuato-acuta, 5 vel 6-juga. Flores minimi longe pedicellati, umbellati. Calix minimus corollæ tubo arcte adpressus. In sylvis passim.

Varietatem floribus brevius pedicellatis ad Maroni legit cl. Mélinon.

Sect. Burgoniæ. — Nomen ex *I. burgoni*. Flores parvi, glabri aut parce puberuli, in spicas sæpius elongatas, graciles, dispositi.

I. burgoni DC., *Mimosa burgoni* Aubl. tab. 358. Arbor ad ripas, præsertim in parte inferâ fluminum, valde frequens, glaberrima. Foliola sæpius 3-juga, rachide majori parte nudâ ad foliola brevissime alatâ, glandulis cupularibus. Flores minimi, 4 vel 5-meri, calice parvulo, corollâ tubulosâ gracili. Spicæ florales, multifloræ, non longæ, fasciculatæ. Stamina ultra corollam non multo producta. Foliola oblongo-ovata, apice acuta, 12 cent. longa, 4 lata. Fructus valde compressus, glaber. Foliola aliquando 2-juga. Syn. *I. assimilis* Miquel.

I. alba Willd ex Benth. Mimos., *I. fraxinea* Willd., *I. thyrsoidea* Desv., *I. spruceana* Benth. ex Benth. Facillime agnoscenda floribus minimis, spicis floralibus parvulis in aspectum paniculæ aggregatis. Folia glabra, membanacea, foliolis 4 vel 3-jugis, rachide nudâ aut leviter marginatâ, glandulis cupularibus. Foliola ovata aut oblonga. Arbor folia aliquando amittit, et ulterius floret cum foliis novellis, rubentibus, teneris : sub nomine *Bougoni* usitata in arte tinctoriâ Indorum ad colores stabiles efficiendas. In sylvis satis frequens. Sagot coll. n° 977. E signo! cl. Bentham verisimiliter specimen authenticum Wildenowii vidit. In Herbario Prodromi vidi sub nomini *I. alba*, *Ingam prieurei*. Ipse in plantis meis exsiccatis nomen *I. parviflora* adscripseram.

I. marginata Willd. Folia mediæ magnitudinis, rachide superne marginatâ, foliolis bijugis, glabris, ovato-oblongis, apice et basi attenuatis, glandulis cupuliformibus. Flores minimi, subsessiles aut brevissime pedicellati, in spicas graciles elongatas dispositi. Axis racemi ut et calix puberulus. Racemi florales numerosi, fasciculati. Guyane française. Herb. Mus.

Paris. Varietatem rachide puberula, nudâ, legit ad ripas La Mana cl. Mélinon fructiferam.

(*I. marginata* in Brasiliâ et Colombiâ vulgaris, affinis est I. Burgoni sed multo magis accedit ad *I. laurinam* in Antillis gallicis vulgarem.)

Sectio PSEUDINGA. — Calix tubulosus. Corolla tubulosa, sæpissime pilosa, magnitudine parvâ aut mediâ. Rachis nuda aut alata. Species numerosissimæ inter se aliquando dissimiles.

I. stipularis DC. Agnoscenda stipulis magnis cordiformi-rotundis, persistentibus; foliis mediâ magnitudine glabris; foliolis 3-jugis; rachide nudâ; floribus dense capitatis, bracteis calycem superantibus. In sylvis passim, subrara.

I. capitata Desv. Affinis *I. stipulari* sed paulo gracilior. Stipulæ parvulæ, caducæ. Foliola 2-juga. Flores glabrescentes, capitati. Rara. Cayenne.

I. leiocalycina Benth. Arbor in sylvis satis frequens. Agnoscitur præcipue calice glabrescente striato, floribus parvis, apice pedonculi longissimi gracilis subcapitato-spicatis; foliolis bijugis ovato oblongis, acuminatis, magnis, membranaceis, glabrescentibus. Rachis puberula, nuda. Spicæ florales, fasciculatæ, numerosæ. Legumen valde compressum glabrum.

I. pilosiuscula Desv., *I. setifera* DC.

In sylvis sparce crescit. Rachis late alata. Glandulæ magnæ, scutelliformes. Foliola bijuga, ovata aut oblonga acuminata, sæpius magna, in juventute adpresse pilosa, adulta glabrescentia, lucida, subcoriacea. Flores parvi, calix tubulosus, striatus, glabrescens. Corolla gracilis adpresse pilosa, pilis in plantâ siccâ fulvonitidis.

Specimina in herbariis valde variant foliolis mediâ magnitudine aut maximis, junioribus abunde pilosulis aut adultis, pilis delapsis, glaberrimis, lucidis, rachide apice nudâ aut appendicem setiferam conspicuam ferenti. Vidi in Herbario

Prodromi specimen authenticum *I. setiferæ*, me judice, specifice non diversum.

I. Crevauxii Sagot. Species nova a cl. Crévaux in Maroni superiore collecta, proxima *I. ciliatæ* Prsl. Bent. *I. fagaræfoliæ* Mart. necnon *I. distichæ* Benth. flore, et pilis caducis ad *I. pilosiusculam* accedens, rachide late alatâ et foliolis multijugis *Euingis* subsimilis. Ramuli diametro mediocri, verisimiliter pilosuli, pilis cito deciduis. Folia mediæ magnitudinis, rachide alatâ, foliolis 4 vel 5- jugis. Foliola oblongo-ovata, apice attenuato acuminata, basi subobtusa, juniora sparse pilosula, adulta nervis exceptis glabrescentia, membranacea. Glandulæ turbinato elongatæ, apice caliculares, nigræ. F ores subparvi, calice cylindrico, striato, glabrescenti, corollâ tubulosâ, calice duplo aut triplo longiori, pilis numerosis, adpressis, fulvis, nitidis, obsitâ. Bracteolæ lineari-setaceæ. Spicæ florales non longæ, fasciculatæ. Foliola majora 7 cent. longa, 2 lata. Calix 5 millim. Corolla 1 cent. aut paulo longior.

(*I. fagaræfolia* Martius differt ab *I. Crevauxii* foliis minoribus, glabrioribus, rachide latius alatâ, ramulis abunde hirto-pilosis, floribus minoribus, tubo corollæ graciliori. Affinis est quoque *I. disticha* Benth. in Guyanâ anglicâ collecta, distincta floribus paulo majoribus, stipatis bracteolâ ovato-lanceolatâ, calicem subæquanti.)

I. nobilis Willd. Benth. Mimos., *I. riedeliana* Benth., *I. corymbifera* Benth., *I. sericantha* Miquel. Arbor mediocris staturæ, valde florifera, ad ripas in sylvis frequens. Specimina in herbariis numerosissima, inter se aspectu aliquando leviter diversa. Ramuli juniores puberuli, adulti glabri. Rachis nuda. Foliola oblonga, apice et basi acuta, sæpius 3-juga, glabra. Flores mediocri magnitudine. Calix tubulosus, puberulus, 2/3 cent. longus; corolla gracilis sericea. Flores in spica sessiles. Bracteolæ minimæ, caducæ. Spicæ florales numerosissimæ. Legumen compressum, adultum glabrum.

I. thibaudiana DC. Benth. Mim., *I. gladiata* Desv. In sylvis vulgatissima, in cultis derelictis novâ sylvâ obtectis valde frequens, jam junior florifera. Specimina in herbariis plurima. Diagnoscitur præcipue corollâ graciliori, tubulosâ, sericeâ, 1 cent. longa, calicem minimum multoties superanti, foliolis oblongis, apice acutis, 4-5-jugis, subglabrescentibus, nervo medio et pedicello, ut et rachide, puberulis. Variat rachide nudâ aut manifeste alatâ, etiam in eodem ramo. Glandulæ magnæ. Spicæ florales numerosissimæ in aspectum paniculæ confertæ. Species ultra Guyanam in Brasiliâ et usque ad originem fluviorum in Peru diffusa.

I. bracteosa Benth. Species pulcherrima, in herbariis rara, bracteis conspicuis oblongo-lanceolatis, calicem æquantibus agnoscenda. Verisimiliter arbor subelata. Rami robusti, parce puberuli. Folia magna. Foliola 3-juga, ovata, breviter acuminata. Rachis aptera. Flores magni, calice tubuloso elongato, striato glabro, corolla villosa. Bracteæ oblongo-lanceolatæ, calicem æquantes. Variat spicis densis, et bracteis ovato-oblongis, aut spicis gracilioribus, bracteis minoribus angustioribus.

I. Prieurei Sagot. Proxima *I. bracteosæ*, à quâ differt rachide alatâ et bracteis setaceis parvulis. Ramuli juniores brevissime puberuli. Folia magna, foliolis trijugis. Rachis late alata. Glandulæ cupulares. Foliola ovata, supra lucida, præter nervum medium glabra. Flores *I. bracteosæ* similes. Calix longus, cylindrico-tubulosus, glaber, striatus. Bracteæ lineari-setaceæ tertiam longitudinem calicis æquantes. Corolla tubulosa villosa, non multo ultra calicem exserta. Fructus ignotus. Leprieur legit. Foliola 17 ou 10 cent. longa, 8 vel 4 lata. Calix 1 cent. longus. Rachis spicæ floralis tomentosa. Spicæ quam in *I. bracteosâ* minores, apice rami paniculatim aggregatæ.

Sectio Euinga. — Flores majores, calice latiusculo. Folia magna, sæpius puberula aut tomentosa.

I. cayennensis Sagot, Benth. Mim. Affinis *I. ingoides*, distincta fructu late lineari compresso, tomento ramulorum calicis et corollæ multo longiori, lanuginoso. Proxima *I. affini* Brasiliæ, quæ præbet fructum diversum, cylindricum, subgracilem. Arbor mediocris, ramosa, valde florifera. Ramuli ferrugineo-tomentosi. Folia quam in *I. ingoide* paulo minora, supra parce subtus molliter tomentoso-pubescentia. Foliola 5-juga. Rachis alata, glandulis minimis, cupularibus. Flores pedicellati numero mediocri spicati, pedonculo spicæ non longo. Calix subbreviter turbinatus, molliter tomentosus. Corolla calice triplo longior, molliter tomentosa, basi tubuloso-angustata. Stamina longe exserta.

Foliola 7 cent. longa, 4 lata. Petiolus 1 $\frac{1}{2}$ cent. corolla, 2 cent. latus, 12 cent. longus. Crescit passim subsparsa. Sagot coll. n° 164.

I. rubiginosa DC. Species magna, robusta, pulcherrima, sparse crescens, raro collecta. Breviter rufopuberula. Folia ampla, rachide nudâ, foliolis 5-jugis. Corolla longe tubulosa, villosa; flores sessiles; calix subbreviter campanulatus. Vidi vivam in Karouany juniorem foliiferam.

I. ingoides Willd. In Guyanâ vulgatissima præsertim in littore ad fluminum ripas. Folia ampla, breviter tomentella. Foliola ovata 4-juga. Rachis late alata. Flores pedicellati. Alabastrum ovatum, apice acutum. Calix brevissime puberulus, campanulato subtubulosus, coriaceus. Corolla villosa, calice vix duplo longior. Fructus cylindricus, longus, gracilis, suturis valvas obtegentibus.

I. spuria H. B. Proxima *I. ingoide* à quâ diagnoscitur, foliolis minoribus, 7 vel 5-jugis et floribus sessilibus. Crescit præsertim in sylvis interioribus ad ripas.

I. meissneriana Miquel. Diagnoscitur ab. *I. spuriâ* foliolis angustioribus, oblongis et floribus minoribus. Spicæ florales graciliores, apice rami paniculatim aggregatæ. Foliola 4-juga.

Rachis late alata. Glandulæ cupulares. Foliola oblonga, supra, nervo excepto, glabrescentia, subtus breviter tomentella. Flores sessiles. Calix 8 millim. longus brevissime puberulus. Corolla adpresse villosa ultra calicem 1 cent. producta. Foliola 12 cent. longa, 4 lata. Ad ripas Maroni. Sagot coll. n° 926.

I. scabriuscula Benth. Facile agnoscenda floribus parvis, bracteis calicem æquantibus, spicis numerosis, aggregatis. Brevissime tomentella, foliolis adultis supra glabrescentibus. Foliola 4-juga ovato-oblonga, apice acuminata, supra, nervo excepto, glabrescentia, subtus breviter puberula. Nervi laterales numerosi. Rachis alata, glandulis magnis, profunde cupularibus, crassis. Flores sessiles, ut in sectione, parvi. Calix brevissime puberulus, striatus, 5 millim. longus. Bracteolæ ovato-oblongæ, calicem æquantes, caducæ. Corolla villosa, calice duplo longior. Legumen cylindricum, striatum, gracile, suturis valvas obtegentibus. Sparse crescit. Legerunt Sagot, Mélinon.

Multis speciminibus collatis patet in *I. ingoide*, *I. spuriâ*, *I. thibaudianâ* et aliis ab unâ arbore ad alteram ejusdem speciei leviter variare plantam quoad præcipue numerum foliolorum, formam calicis et corollæ, florem exacte sessilem aut pedicellatum.

Plures species in sylvis adhuc latuerunt. Folia distinctissima in stirpe juniori aliquando observavi, et species ulterius inquirendas botanicis futuris commendo.

In sylva ad partem superiorem ultimam rivi Karouany crescit species pulcherrima, insignis foliolis amplissimis membranaceis, parce (nervo excepto hirsuto) pubescentibus, petiolo latissime alato; glandulâ minima. Ramuli hirsuti. Habitus *Affonseœ*.

Iisdem sylvis crescit species *sect. Euinga* foliolis longe linearibus, 4-jugis, nervo medio excepto, glabris, rachide alatà, glandulis minimis, gemmis et ramulis novellis longe et molliter pilosis. Cl. Bentham ad *I. leptantham* traxit.

Speciem pulcherrimam multis notis distinctissimam a cl.

Mélinon ad Maroni collectam, quanquam incomplete notam, describere ausus sum.

I. Melinonis Sagot. Arbor verisimiliter satis elata. Ramuli robusti, juniores puberuli maculis oblongis lenticellarum naturæ notati. Folia maxima 50 cent. longa. Foliola 4-juga, forsan in juniori stirpe numerosiora. Rachis nuda, brevissime puberula. Foliola oblonga, maxima, adulta supra glabrescentia, subtus breviter tomentosa, 25 cent. longa, 9 lata; breviter petiolulata, petiolulo crasso. Glandulæ cupuliformes, magnitudine mediocri. Flores sessiles, parvuli, anguste tubulosi, graciles, longi, in spicas breves densas, subglobosas, breviter pedonculatas, axillares, dispositi. Calix subbrevis, tubulosus, 5 dentatus, puberulus; corolla calice triplo longior, brevissime puberula, gracilis, tubulosa, 1 cent. longa. Fructus ignotus. Species nulli aliæ affinis, primo aspectu inflorescentiâ ad *P. glomeratum* Benth leviter accedens. Forma corollæ *I. thibaudianæ* subsimilis, gracilior.

I. Perrottetii Sagot. Folia in ramis foliiferis vigentibus maxima, foliolis 4-jugis, ovatis, obtusis, membranaceis, excepto nervo medio glabris, rachide latissime alatâ nervulis ramosis in alâ conspicuis, costa media rachidis brevissime puberulâ, glandulis cupularibus. Gemmæ puberulæ. Flores mediocri magnitudine, calice puberulo, corollâ villosâ, in rachide dense conferti, sessiles, bracteolati, bracteolis alabastra æquantibus, ovato-oblongis. Spicæ florales numerosissimæ in aspectum paniculæ terminalis aggregatæ. Fructus cylindricus, striatus, subincurvus, gracilis, brevissime puberulus.

Foliola in foliis magnis 18 cent. longa, 10 lata. Ala 3 cent. lata. Bracteola 1/2 cent. Calix 6 millim. Corolla calice triplo longior.

Perrottet Herb. Mus. Par. Ipse legi ad Maroni in sylvis insulæ Portal foliiferam. Species folio solo facile agnoscenda, nulli aliæ arcte affinis, habitu ad *Euingas* accedens invitis corollis mediocribus et foliolis glabris.

Aublet, nescio quâ causâ *Mimoseas* in Guyanâ minus diligenter quam alias plantas observavit, et species novas duo tantum descripsit, cæteris nomine tantum indicatis, admissis synonimis sæpe incertis aut errantibus, ut *Mim. ouyrarema M. pacay*. Diversas species enumeravit certe in Guyanâ non crescentes.

LES SIGILLAIRES ET LES LÉPIDODENDRÉES

Par MM. W. C. WILLIAMSON, F. R. S.
Professeur de Botanique à Victoria University, Manchester.
et
Marcus M. HARTOG
Docteur ès sciences, maître de conférences de Biologie
à Victoria University, Manchester.

La paléophytologie est entrée dernièrement dans une voie nouvelle. Pendant longtemps, cette étude a été limitée à la diagnose et à la comparaison des parties externes des végétaux. Pour étudier la structure des plantes houillères on n'avait qu'un fragment de *Lepidodendron* et quelques fragments imparfaits de *Stigmaria*. Les conclusions basées sur des données aussi maigres étaient naturellement fort défectueuses. Aujourd'hui, les conditions sont tout autres; grâce aux riches dépouilles de Saint-Etienne et d'Autun, en France; de Halifax, d'Oldham, d'Arran, de Burntisland et d'Airdrie, dans la Grande-Bretagne, on a pu constater une série de faits très importants au point de vue de la structure anatomique et des affinités naturelles de ces plantes.

Malheureusement, les savants sont loin d'être d'accord sur l'interprétation de ces faits; les matériaux obtenus des deux côtés de la Manche sont si différents, qu'il s'est presque formé deux écoles antagonistes dans les deux pays. Jusqu'ici, la controverse était éparse dans les divers recueils scientifiques. M. Renault, l'un des plus éminents représentants de l'École française, fondée par Brongniart, vient de publier un beau travail de vulgarisation sur ce sujet, dans son *Cours de botanique fossile*. Ce livre contient un résumé des points en litige, en particulier au sujet des Sigillaires, des Lépidodendrées et des *Stigmaria*. La lecture de ce livre nous a amenés à étudier de nouveau ce groupe de plantes, afin de constater jusqu'à quel point les faits justifieraient les thèses de M. Renault. Cette étude nous a convaincus de l'insuffisance des faits qu'il

rassemble, de l'inexactitude absolue de ses conclusions. Nous croyons donc urgent de les combattre, et nous nous permettons de le faire afin d'appeler plus particulièrement l'attention de nos confrères du continent sur les dangers de ces théories. M. Renault a résumé en un tableau ses conclusions sur les plantes en question. Nous allons reproduire ce tableau, et nous étudierons méthodiquement les faits qui nous ont amenés à des conclusions toutes contraires. Nous avons lieu de croire que nos matériaux d'étude sont beaucoup plus étendus que ceux de M. Renault, car nous avons dans nos collections beaucoup de fossiles provenant des gisements anglais et qui ne se retrouvent pas en France.

Il s'agit des Sigillaires, des Lépidodendrées (y compris les *Ulodendron* et les *Halonia*) et des *Stigmaria*. Pour Brongniart, comme pour son éminent disciple, les Lépidodendrées étaient des Lycopodiacées, les Sigillaires étaient des Gymnospermes; presque tous les botanistes anglais sont d'accord, au contraire, pour réunir ces deux groupes en un seul. M. Renault admet deux types d'appendices à ces plantes, l'un de véritables racines, l'autre de rhizomes émettant des feuilles aussi bien que des radicelles, produisant pendant un temps presque illimité des ramifications dichotomes, puis se relevant quelquefois en bourgeon aérien. Les botanistes anglais admettent, au contraire, que les Sigillaires et les Lépidodendrées de la Grande-Bretagne émettaient de la base de leur tige aérienne des racines dichotomes, parfois de dimensions gigantesques; que ces racines (*Stigmaria ficoides*) n'émettaient qu'une sorte d'appendices, des radicelles, sans aucun mélange d'organes foliaires; que nous ne connaissons aucun exemple de tiges aériennes produites par ces organes, et que malgré leur structure anomale, comparée aux racines des plantes récentes, ce ne sont point des rhizomes.

Dans la critique détaillée qui suit ces remarques préliminaires, nous nous bornerons aux types britanniques, qui sont les plus nombreux et les mieux connus; nous prouverons qu'ils ne sont pas conformes aux diagnoses de M. Renault; et nous

constaterons que, dans une grande mesure, ses conclusions ne leur sont pas applicables.

TIGES (1).

SIGILLARIÉES.	LÉPIDODENDRÉES.
(*a*) Quelquefois dichotomes ; cicatrices contiguës ou séparées sur une écorce lisse ou cannelée.	Normalement dichotomes ; cicatrices rarement séparées sur une écorce jamais cannelée.

Ces définitions ne présentent pas de caractère distinctif absolu et sont parfaitement compatibles avec l'unité des deux types. Il n'y a là qu'une question de degré, et ces différences pourraient très bien se produire sur une même tige à des âges différents. D'ailleurs, les caractères dits « de Lépidodendrée » se retrouvent sur la plante que M. Renault désigne comme *Sigillaria vascularis* et sur le *Diploxylon* de Burntisland.

(*b*) Mamelon cicatriciel presque complètement occupé par la cicatrice foliaire, marquée de trois cicatrices arquées.	Mamelon cicatriciel incomplètement occupé par la cicatrice foliaire, marquée de trois cicatrices punctiformes.

Nous n'acceptons pas ces définitions. La plupart des échantillons sont trop aplatis pour fournir une idée juste de la forme naturelle du coussinet pulvinaire (mamelon cicatriciel). Ayant perdu le soutien des parties intérieures, qui ont disparu, et soumises de plus à la pression pendant la fossilisation, des surfaces très irrégulières au début ont fini par se niveler.

Pour les *Sigillaria lævigata* (Brongniart, *Vég. foss.*, pl. 143) et *microstoma* (*op. cit.*, pl. 149), les planches de Brongniart indiquent clairement que la cicatrice foliaire occupait le sommet d'un coussinet proéminent dont on voit nettement les limites au-dessous de la cicatrice même.

M. Renault attache une grande importance à la forme des cicatrices secondaires (ou cicatricules) sur les cicatrices foliaires. Brongniart les regardait toutes également comme cicatrices vasculaires dans les deux groupes. On sait aujourd'hui

(1) B. Renault, *Cours de botanique fossile*, deuxième année, p. 67, 1882.

que, dans les deux groupes, la cicatrice centrale seule représente un faisceau vasculaire, et que les deux latérales, lesquelles ne sont pas constantes, étaient produites par des structures d'une importance bien moins grande au point de vue morphologique, par un simple tissu cellulaire. La présence de ces structures, relativement insignifiantes, dans l'un et l'autre groupe plaide bien plus fort en faveur de la parenté de ces groupes, que la légère différence de forme qu'elles peuvent présenter ne plaide pour leur séparation. Mais on ne saurait leur accorder une valeur sérieuse. On ne les découvre point sur des tiges jeunes et elles ne laissent aucune trace sur la plupart de nos sections des coussinets, ce qui montre leur peu d'importance. On connaît bien, du reste, les grandes modifications de forme que l'accroissement de la tige peut déterminer dans les coussinets persistants. D'ailleurs, les cicatricules ne sont nullement arquées dans les *Sigillaria Botlayi* et *hexagona*, d'après les dessins de Brongniart (*op. cit.*, pl. 154, 155), ni dans le *S. spinulosa*, d'après MM. Renault et Grand' Eury (*Mémoires présentés à l'Académie des sciences*, XXII, 9); et M. Renault a figuré comme Lépidodendrée le *L. rimosum* Sternb. (*Cours de botanique fossile*, II, pl. 5, fig. 6, 7), avec des cicatricules verticalement allongées.

SIGILLARIÉES.	LÉPIDODENDRÉES.
(*c*) Feuilles épaisses, longues, rigides.	Feuilles généralement courtes et grêles.
(*d*) Epis reproducteurs disposés en verticilles ou en spirales sur le tronc.	Cônes reproducteurs placés à l'extrémité des rameaux.
(*e*) Pas de disques sur la surface des troncs.	Strobiles disposés sur des lignes verticales le long du tronc et ayant laissé leurs traces sous la forme de grands disques circulaires.

Les feuilles attachées à une tige de Sigillaire sont d'une extrême rareté et ne permettent aucune conclusion définitive. On ne sait que peu de chose sur la position des strobiles, ou cônes des Sigillaires; on ne sait rien de la structure même de ces corps. M. Renault lui-même le reconnaît. « Quant à la

nature des organes fructificateurs de ces plantes, dit-il, elle est encore inconnue » (*Cours de botanique fossile*, II, p. 39). Ce fait, considéré isolément, est très étonnant, vu la grande abondance des Sigillaires dans les couches houillères; mais il est facile à expliquer si l'on admet que les jeunes pousses des Sigillaires avaient la structure des *Lepidodendron*, qu'elles seules portaient les fructifications et que leurs épis reproducteurs avaient la forme de strobiles. M. Renault distingue « les cônes reproducteurs des *Lepidodendron* » des « strobiles »; ailleurs, il appelle ces derniers corps « *bulbilles* », sans préciser la signification qu'il prête à ce dernier mot. Or, M. d'Arcy Thomson a trouvé de ces « strobiles » attachés sur des cicatrices d'*Ulodendron minus* et il en a donné une figure (1). On connaît leur structure et l'on peut affirmer qu'ils ne diffèrent pas des « épis reproducteurs » des Lépidodendrées. Il est évident que la fructification des Lépidodendrées était latérale et sessile pour certains types, terminale pour d'autres. Dans le premier cas, leur disposition par verticilles ou par séries verticales ou spiralées n'est pas un caractère d'importance. Dans tous les cas, il n'y a aucune preuve que les deux derniers modes de groupement caractérisaient les Sigillaires. M. Renault nie ailleurs la présence de disques (ou cicatrices d'épis reproducteurs) dans les Sigillaires (*Cours*, II, p. 59). Il a, sans doute, oublié que ces disques ont déjà été figurés par l'un des auteurs de ce mémoire (2).

SIGILLARIES.	LÉPIDODENDRÉES.
(*f*) Cylindre ligneux composé de deux parties distinctes, l'une centripète ou primaire, l'autre centrifuge ou secondaire, composée d'éléments rayonnants, trachéides rayées et réticulées.	Cylindre ligneux, composé d'un cylindre unique, centripète, trachéides rayées.

Cette distinction ne sera qu'une pétition de principe si

(1) *Notes on* Ulodendron *and* Halonia (*Trans.* Edinburgh Geol. Society, t. III, p. 341).

(2) Williamson, *On the Organisation of the Fossil Plants of the Coal Measures* (*Phil. Trans.*, part. II, 1872, pl. XXXI, fig. 68).

l'on démontre l'insignifiance des autres caractères invoqués à son appui. C'est Brongniart qui, le premier, a posé cette distinction en se basant sur la structure de deux fragments isolés. Pour la structure des Lépidodendrées, il avait le fragment classique du *L. Harcourtii* (*Vég. foss.*, pl. 20) (1), et pour les Sigillaires, le *S. elegans*. Plus tard, Corda figura le *Diploxylon*, et Witham l'*Anabathra*, formes que Brongniart rapporta avec raison à un même type, fort rapproché des Sigillaires. Les points en commun du *S. elegans* et de l'*Anabathra* étaient l'existence, dans l'une et l'autre de ces plantes, d'une zone de bois d'accroissement centrifuge, externe et superposée au cylindre centripète du *L. Harcourtii*. Le *S. elegans* et le *Diploxylon* ne différaient entre eux, selon Brongniart, que par la constitution du cylindre interne, dissocié en faisceaux isolés chez le premier, continu chez le second. Il dit, en parlant de la structure interne du *Sigillaria* : « mais elle n'a été observée jusqu'à ce jour que sur une seule espèce »; et plus loin : « les espèces de ce genre sont fort nombreuses; on en compte plus de cinquante » (p. 56). Plus tard, MM. Renault et Grand'Eury ont décrit une seconde plante sous le nom de *S. spinulosa;* elle aurait la même constitution du cylindre centripète que le *S. elegans*.

Nous avons tenu à mettre en relief la rareté des faits qui ont servi de base à l'hypothèse qu'implique la définition de M. Renault. Nous examinerons maintenant à quel point cette hypothèse est justifiée par les formes sigillarioïdes ou diploxyloïdes que nous avons étudiées. Nous constatons d'abord que l'on n'a point encore trouvé en Angleterre de Sigillaires avec les faisceaux centripètes discontinus des *S. spinulosa* et *elegans*. Nous connaissons cinq types :

1° Sigillaire, avec l'écorce du *S. Saulii*, du cabinet de M. Carruthers;

2° La plante d'Oldham et d'Halifax, que nous appelons *Lepidodendron Selaginoides*, que M. Renault veut appeler *Sigil-*

(1) *Arch. du Muséum*, t. I, 405, pl. XXV-XXVIII.

laria vascularis, bien qu'elle soit munie de tous les caractères externes qu'il attribue aux *Lepidodendron*;

3° Le *Diploxylon* de Burntisland;

4° Le *Diploxylon* d'Arran;

5° Le *Lepidodendron Harcourtii*.

Étudions successivement chacun de ces types.

1. *Sigillaria Saulii*? — Ce fragment a le cylindre continu et toute l'organisation intérieure du *Diploxylon* de Corda.

2. *Sigillaria vascularis*, ou, d'après nous, *Lepidodendron Selaginoides*. — M. Renault admet aujourd'hui que cette plante, dans son jeune âge, ne possédait que le cylindre intérieur et centripète des Lépidodendrées, et que la zone exogène ne se formait qu'à partir du moment où la branche avait atteint une largeur assez considérable; c'est un fait que personne ne pourra contredire. A part le double cylindre, tous les autres caractères sont de ceux que M. Renault attribue aux Lépidodendrées, et il faut admettre désormais que ces caractères ne sont plus distinctifs.

Cette plante se ramifiait par dichotomie aussi librement que toutes les Lépidodendrées. Mais cette bifurcation était toujours antérieure à la formation d'une couche de bois exogène, comme de juste, vu le très jeune âge auquel la dichotomie a lieu, tandis que la couche exogène se produit bien plus tard. Nous avons des échantillons de cette plante qui démontrent que cette couche ne se formait que lorsque le cylindre central avait atteint un diamètre total de 50 millimètres.

3. *Diploxylon* de Burntisland. — On ne trouve jamais de couche exogène dans cette plante jusqu'à ce que l'axe central vasculaire ait atteint un diamètre au moins *dix* fois aussi grand que dans les plus petites branches qu'on rencontre.

4. *Diploxylon* d'Arran. — Dans les spécimens (1) dont le cylindre centripète a 44 millimètres de largeur, la zone exogène n'a que $3^{mm},5$ à l'endroit où il commençait à se produire et où il est, par conséquent, le plus épais. Passé ces dimensions, on

(1) Williamson, *Organ. foss. pl.*, etc., part. X, 1879, pl. XIV, fig. 5.

ne trouve plus de forme lépidodendroïde ni à Burntisland, ni à Arran. Toutes les larges tiges dans nos musées sont diploxyloïdes. En acceptant la manière de voir que nous critiquons, il faudrait admettre, vu l'apparence de ces fossiles dans ces deux gisements, que la forme lépidendroïde n'avait pas de maturité, que la forme diploxyloïde n'avait pas de jeunesse! Mais si l'on prête toute l'histoire du *S. vascularis*, telle que tout le monde l'admet, aux plantes de Burntisland et d'Arran, tout s'explique sans difficulté. La forme du coussinet sur la mince branche lépidendroïde est la même que sur l'épais rameau diploxyloïde. A Burntisland, comme à Arran, nous le répétons, la couche exogène est le seul caractère différentiel.

5. *Lepidodendron Harcourtii.*

M. Renault dit au sujet de cette plante (*Cours de botanique fossile*, II, p. 28) : « Aucun des observateurs qui se sont occupés du *Lepidodendron Harcourtii*, tels que Witham, Brongniart, Binney, etc., n'a signalé de production ligneuse exogène en dehors du cercle de faisceaux vasculaires d'où partent les cordons foliaires. Le système ligneux, dans ce *Lepidodendron*, se réduit donc à un anneau de trachéides, dont le développement s'est effectué de la périphérie au centre et entoure une moelle centrale; cette structure se retrouve dans les rameaux appartenant à ce type, mais beaucoup plus petits, et dans lesquels le diamètre de l'anneau ligneux n'est plus que de $0^{mm},5$. La disposition des tissus précédemment décrits reste la même; il y a encore une moelle centrale et des cordons foliaires partant de la périphérie du cylindre ligneux pour se porter vers les feuilles.

» On peut donc conclure que la différence de diamètre des rameaux de *Lepidodendron* n'apporte pas de changement dans la disposition générale des tissus qui les composent. »

Nous citons textuellement ce paragraphe à cause de son importance; mais les faits ne sont pas exacts. L'un de nous a décrit, avec planches, des Lépidodendrées ayant l'axe central du *L. Harcourtii*, et qui ne diffèrent en rien de la structure de ce type, si ce n'est que dans la période la plus avancée

il y a une couche fort peu développée de bois externe, de formation exogène (1). Il est regrettable que la publication tardive de ce travail ait empêché M. Renault de le consulter avant d'avoir écrit ce paragraphe. Cette zone, il est vrai, est moins développée que chez les espèces précédentes, mais elle est externe au cylindre centripète qui fournit les faisceaux foliaires, et ses éléments rayonnants sont d'un développement nettement exogène, comme si cette espèce était un précurseur de celles où la zone exogène atteint des dimensions plus volumineuses.

D'après les témoignages de ces faits, nous repoussons, pour la flore houillère de la Grande-Bretagne, la prétendue distinction des tiges de Sigillariée et de Lépidodendrée.

SIGILLARIÉES.	LÉPIDODENDRÉES.
(*g*) Écorce formée de plusieurs assises, la plus externe subéreuse, continue, disposée en lignes rayonnantes, ou bien formant un réseau à mailles remplies d'un tissu cellulaire lâche à sections rectangulaires.	Écorce formée de plusieurs assises, la plus externe subéreuse, continue, disposée en lignes rayonnantes, ou bien formant un réseau à mailles remplies d'un tissu cellulaire à sections rectangulaires.

La seule différence dans les deux définitions est l'omission du mot « lâche » dans la seconde. Nous demandons s'il est probable qu'un système cortical aussi compliqué se retrouvât absolument identique dans deux groupes de plantes, les unes Cryptogames, les autres Gymnospermes du groupe des Cycadées?

CORDONS FOLIAIRES DES TIGES AÉRIENNES.

SIGILLARIÉES.	LÉPIDODENDRÉES.
(*h*) Cordons formés de deux parties distinctes, l'une très développée, primaire, centripète, l'autre d'abord très peu marquée, secondaire, centrifuge, composée d'éléments rayonnants. Les deux parties sont disposées dans un même plan vertical passant par la tige, et à section triangulaire, la pointe en dehors; les cordons prennent leur origine entre les deux bois.	Cordon uniquement primaire, à deux centres de formation, à section elliptique, le grand axe de l'ellipse étant horizontal. Les cordons ont leur origine à la périphérie de l'unique cylindre qui est ici centripète.

(1) Williamson, *Org. foss. plants.*, part. XI, 1881, p. 289, pl. XLIX. fig. 11.

Cette définition des Sigillaires peut s'appliquer aux espèces françaises; elle est absolument inexacte pour celles que nous avons énumérées. On voit bien sur les figures du *Sigillaria vascularis* (*Organ. foss. pl.*, part. XI, 1881, pl. XLVII, fig. 1, pl. XLVIII, fig. 3, et pl. XLIX, fig. 5) que dans les spécimens où la zone exogène est incomplète et excentrique, les faisceaux foliaires s'attachent partout à la périphérie du cylindre centripète, ce qu'on distingue nettement surtout dans la partie qui n'est pas recouverte par la couche exogène. Du côté opposé, les faisceaux passent à travers la couche exogène, sans en recevoir aucun élément. Les sections tangentielles démontrent qu'en passant à travers les coins de bois e gènes, le faisceau foliaire en est séparé complètement par u couche de tissu délicat, fort mal conservé; les coins des deux côtés sont réfléchis latéralement comme par le passage d'un rayon médullaire. Les sections des autres Diploxylées, que nous avons soumises à un examen réitéré pour découvrir la vérité absolue, nous ont toujours montré les mêmes caractères. Le faisceau foliaire n'a pas de partie exogène, il prend origine à la périphérie du cylindre centripète, dans les Sigillaires de la Grande-Bretagne.

RHIZOMES ET RACINES.

SIGILLARIÉES.	LÉPIDODENDRÉES.
Stigmarhizomes.	
(*i*) Rhizomes présentant la constitution des tiges aériennes, c'est-à-dire les deux bois distincts, centripète et centrifuge; trachéides rayées.	Rhizomes présentant la constitution des tiges aériennes, c'est-à-dire un seul bois centripète; trachéides rayées.
(*k*) Cordons foliaires formés de deux parties distinctes, l'une peu développée, primaire, centripète; l'autre secondaire, plus marquée, centrifuge et composée d'éléments rayonnants, à section triangulaire, la pointe du triangle tournée vers l'axe de la tige.	Cordons foliaires uniquement primaires, offrant la constitution et la figure des cordons foliaires des tiges aériennes.
(*l*) Racines contenant un faisceau vasculaire à trois centres de formation, émettant sur trois lignes parallèles de nombreuses radicelles très grêles.	Racines non encore suffisamment connues.

Stigmarhizes.	
(*m*) Branches fortes, rapidement décroissantes, émettant des ramifications dichotomes très inégales, marquées à leur surface de cicatrices petites, ombiliquées ; radicelles charnues, courtes, insérées obliquement à l'extrémité des ramifications.	Racines des Lépidodendrons (*sic*) inconnues.
(*n*) Faisceaux vasculaires primaires assez nombreux. Bois secondaire épais, formé de trachéides rayées sur toutes leurs faces, disposées en séries rayonnantes, séparées par des rayons médullaires et traversées par de nombreux cordons radiculaires.	

Il y a ici trois idées fondamentales :

1° Les véritables racines des Lépidodendrées seraient inconnues.

2° Les Lépidodendrées auraient pour rhizomes les formes dites *Ulodendron*, *Halonia*, etc.

3° Les *Stigmaria* comprendraient deux formes, l'une rhizome, l'autre racine, et appartiendraient uniquement aux Sigillaires.

Il serait fort étonnant qu'on n'eût jamais trouvé de racines de Lépidodendrées, vu l'abondance de toutes les autres parties de ces plantes dans les couches houillères. Nous pensons que ces racines sont représentées, de même que celles des Sigillaires, par le *Stigmaria ficoides*, et nous pouvons invoquer à l'appui de cette opinion l'accord de presque tous les paléobotanistes.

M. Renault distingue, dans une autre partie de son livre, entre les « *Halonia* tiges » et les « *Halonia* rhizomes ». Ils différeraient « par la dichotomie du cylindre ligneux, rare chez les premiers, fréquente, au contraire, chez les seconds, et par la présence d'appendices radiculaires et foliaires existant simultanément sur les rhizomes, tandis que les tiges ne présenteraient que des faisceaux vasculaires de feuilles » (*Cours*, II, p. 55).

Nous nions tout d'abord l'existence de faisceaux radiculaires. Les recherches de l'un de nous (*Org. foss. pl.*, part II, 1873, p. 222, note) ont démontré la nature sympodiale par dichotomie des *Halonia*, dont chaque mamelon représente une ramification dichotomique plus petite. La seule preuve fournie par M. Renault à l'appui de sa thèse est la planche (*Cours*, II, pl. VIII, fig. 1) qu'il a copiée de Binney (*Fossil. pl. of Carb. Strata*, Part. III, pl. XVIII, p. 38), et qu'il a involontairement dénaturée. L'arête que M. Binney a dessinée d'une façon assez ambiguë, et que le savant français avait représentée comme une véritable (« racine organe appendiculaire en tout semblable à ceux que l'on trouve encore attachés aux rhizomes de *Sigillaria* ») partant du point *c*, est une arête de la matrice de grès, sans qu'il y ait trace d'empreinte organique dans l'original; elle est produite uniquement par la fracture irrégulière du grès. Le spécimen même de Binney est actuellement dans le musée d'Owens College, et nous l'avons examiné, on le pense bien, très attentivement avant de publier ce jugement; en le voyant, il est impossible de trouver une interprétation différente de la nôtre. L'*Halonia* n'est donc pas un rhizome. La découverte des strobiles attachés aux cicatrices de l'*Ulodendron*, qui est si proche des *Halonia*, démontre que ces deux formes sont des sympodes à fructifications. Nous faisons remarquer, en dernier lieu, que la plupart des *Halonia* figurés par M. Renault sont décortiqués. Dans les fossiles bien conservés, on voit que ces plantes présentaient à l'extérieur seulement des cicatrices plates, disciformes, et non des bosses ou des mamelons.

Nous avons été conduits à ces conclusions par l'examen de la belle collection d'*Halonia* et d'*Ulodendron* qui appartient à Owens College, et qui est probablement la plus riche en ce genre de fossiles.

Nous abordons maintenant la nature et la structure des *Stigmaria*.

Le *Stigmaria*, lorsqu'il est trouvé sur place, est toujours attaché à des tiges de Sigillaire (le plus souvent partiellement décortiquées) ou à des tiges de *Lepidodendron*. Dans ces cas,

on trouve toujours à la base de la tige de Sigillaire deux ou quatre troncs égaux de *Stigmaria*, opposés ou verticillés, ce qui rend impossible d'admettre que la Sigillaire ait été dans l'origine un bourgeon ascendant produit sur un rhizome traçant. Les *Stigmaria* sont des produits de la ramification de l'axe descendant. Nous avons passé en revue toutes les tiges de *Stigmaria* à notre portée, sans y trouver autre chose que des ramifications bifurquées et les cicatrices bien connues portant une seule espèce d'appendices, qui sont les radicelles du *Stigmaria*. Dans tous nos spécimens, nous n'avons trouvé aucune trace de structure dorsiventrale, ni de cicatrices foliaires. Pour le *Stigmaria ficoides*, il est donc impossible d'admettre, avec MM. Renault et Grand'Eury, que certains spécimens « Stigmarhizomes » portaient deux espèces d'appendices, et nous verrons que la structure anatomique confirme notre manière de voir. Il n'est pas impossible que les gisements français renferment des plantes de la catégorie des Stigmarhizomes; mais, de même que les *Sigillaria elegans* et *spinulosa* ont une structure autre que notre *Sigillaria vascularis* et nos *Diploxylon*, les *Stigmaria* français ne peuvent rien prouver d'absolu pour les *Stigmaria* anglais. Enfin, pour la forme des *Stigmaria*, nous dirons que, bien loin d'être toujours obtus ou légèrement aplatis à l'extrémité, on en voit qui vont en s'atténuant jusqu'à ne présenter que les dimensions exiguës de $0^{m},005$ de diamètre, comme le spécimen décrit (*Org. foss. pl.*, part. XI, 1881, p. 292).

La structure anatomique des *Stigmaria* est toute particulière; nous sommes heureux de constater que, pas plus que nous, M. Renault n'admet d'axe vasculaire centripète ou de faisceaux isolés intérieurs dans les « stigmarhizes »; il n'en existe, en effet, dans aucun de nos spécimens. Nous ne trouvons qu'une espèce de cordon appendiculaire; il naît toujours à la périphérie interne du seul bois centrifuge, qu'il traverse presque horizontalement, entouré presque entièrement par un grand rayon médullaire; seulement le bord supérieur est en contact avec le bois centrifuge, dont les trachéides s'in-

fléchissent pour ajouter des éléments aux faisceaux. A la sortie du bois, le faisceau devient très oblique de façon à donner une section presque transversale sur la section horizontale du *Stigmaria*. Cette section est toujours cylindroïde ou triangulaire, la pointe tournée vers le bois, à éléments rayonnants et continus avec ceux qui proviennent du bois centrifuge. Mais en passant par l'écorce extérieure pour se rendre aux appendices, le cordon reprend sa direction primitive et perd en même temps les éléments additionnels qu'il avait pris dans son trajet dans le bois; de sorte que le faisceau, à son entrée dans la radicelle, est réduit à très peu de vaisseaux, probablement des trachées déroulables. L'examen d'un nombre de spécimens insuffisant peut donner lieu à l'idée des cordons appendiculaires de plusieurs sortes, surtout si l'on ne tient pas compte des différences de structure présentées à des niveaux différents et à des âges différents; mais, en multipliant les sections, on voit tous les passages, tous les intermédiaires; et la structure anatomique, de même que l'apparence extérieure, réfutent la supposition de deux sortes d'appendices sur le *Stigmaria ficoides*.

Nous étudierons maintenant ces appendices, les radicelles de *Stigmaria*. Elles rayonnent toujours des tiges de *Stigmaria*, dans un ordre non interrompu, mais fort difficile à préciser sur les fossiles comprimés. Leur structure anatomique a été dessinée tout récemment, en grand détail, par l'un de nous (*Org. foss. pl.*, part. XI, 1881). Nous nous contentons de rappeler qu'elles renferment dans l'axe central un seul faisceau unilatéral, à accroissement centripète; ce faisceau commence par une ou deux trachéides périphériques; puis viennent s'accoler contre celles-ci des vaisseaux plus larges et plus nombreux, de sorte que le bois prend la forme d'un prisme triangulaire isocèle; à la fin, les nouveaux éléments deviennent plus petits, et le groupement irrégulier de ces petites trachéides, surtout à la base du triangle, donne parfois un faux air de triarchie au faisceau, lequel cependant ne touche jamais la gaine qu'en un point, celui de son origine. Ce faisceau et celui de la racine

des Sélaginelles sont identiques, rapprochement qu'avait déjà fait l'un des auteurs (1). M. Renault est tombé dans l'erreur de croire que le cordon est triarche; nous venons d'indiquer la source de cette méprise, très pardonnable pour tout observateur qui n'a devant lui qu'une série de ces objets fort limitée. Nous n'avons rien trouvé qui corresponde au *Stigmaria* que M. Renault a figuré (2), autre preuve qu'il a compris, sous le nom de *Stigmaria*, autre chose que le *Stigmaria ficoides* type, le seul qu'on trouve en Angleterre.

Si ce fossile est la racine des Lépidodendrées aussi bien que des Sigillaires, il faut attribuer à ces plantes une partie souterraine à axe vasculaire uniquement exogène. Cela ne nous paraît nullement inadmissible.

Dans ce qui précède, nous nous sommes attachés à montrer l'inexactitude de l'hypothèse de la distinction absolue entre les Sigillaires et les Lépidodendrées. Cette hypothèse semble basée sur la conception qu'une plante à croissance exogène doit avoir une fructification de Phanérogame. Cette conception est en opposition avec nombre de faits récemment découverts, et qui ne nous permettent pas de l'accepter. En la rejetant, on ne sera pas réduit à la nécessité de chercher des distinctions minimes, qui perdent toute leur valeur lorsqu'on veut les appliquer sur une aire plus étendue que celle d'où on les a exhumées si péniblement.

Nous croyons peu, en général, à l'utilité et à la convenance des polémiques, mais, dans le cas présent, nous avons cru nécessaire de nous départir de notre réserve. Le livre de M. Renault n'est point écrit pour les spécialistes seuls, c'est un livre d'exposition, l'un des premiers qui aient été publiés sur la matière et qui pourra donner en France une grande impulsion aux études si bien représentées par son auteur : un pareil livre ne doit contenir que des faits certains et hors de controverse.

(1) *Loc. cit.*, p. 295.
(2) *Cours*, I, pl. XX, fig. 7, 10

Les hypothèses et les inexactitudes sont infiniment dangereuses dans un livre de cette sorte, et par la nature du public à qui il s'adresse, et par l'autorité légitime qui s'attache au nom de l'auteur. Puisque, dans un chapitre important de la science, M. Renault semble avoir ignoré les faits décisifs que nous avons mis en lumière et qui ruinent absolument la théorie de la gymnospermie des Sigillaires, nous avons cru remplir un devoir envers la science, en appelant sur ce point son attention et celle des savants français.

MÉTHODE GÉNÉRALE D'ANALYSE

DU

TISSU DES VÉGÉTAUX

Par M. E. FREMY (1)

L'étude des *substances organiques*, qui est poursuivie aujourd'hui avec tant de succès par un grand nombre de chimistes, ne doit pas faire oublier celle des *corps organisés*, que l'on a jusqu'à présent négligée et qui, cependant, offre un intérêt réel, car elle fait connaître des composés *qui sont indispensables à l'accomplissement des fonctions vitales*.

Les Mémoires de chimie organique, que j'ai publiés depuis l'année 1846, appartiennent à ce dernier ordre de recherches; ils ont eu pour but d'établir la composition chimique du tissu des végétaux, et m'ont conduit à une méthode générale d'analyse organique immédiate, qui me permet d'isoler et même de doser les principes différents qui constituent le squelette d'un végétal. C'est cette méthode générale que l'Académie me permettra de résumer devant elle.

L'analyse immédiate des tissus des végétaux présentait une difficulté que tous les chimistes comprendront; elle avait, en effet, pour but de déterminer la composition d'un tissu qui est composé d'éléments insolubles dans les dissolvants neutres, et de continuer son analyse au delà du point où d'habitude elle s'arrête et devient impuissante, faute de méthodes certaines pour les séparations et les dosages des corps insolubles.

Cependant, en faisant usage avec mesure de quelques réactifs énergiques, j'ai été assez heureux pour résoudre la question que je m'étais proposée, et j'affirme que, si un botaniste veut bien soumettre à mon examen le tissu végétal le plus complexe, je déterminerai facilement sa composition, et j'isolerai les

(1) Lu à l'Académie des sciences, le 11 décembre 1876.

principes qui le composent : en un mot, je ferai l'analyse immédiate d'un tissu, tel que celui qui constitue le bois, comme, en chimie minérale, nous faisons l'analyse d'un minerai.

Ce n'est pas devant l'Académie qu'il est utile de faire ressortir l'importance de cette question d'analyse chimique qui intéresse à la fois l'anatomie végétale, la chimie pure et ses applications industrielles : lorsque, en effet, la composition du squelette des végétaux sera bien connue, on pourra suivre l'apparition et le développement des principes qui le constituent; il sera facile alors d'apprécier leurs transformations ou le rôle qu'ils jouent dans la végétation, et de guider les différentes industries qui cherchent aujourd'hui soit à préparer l'alcool et la pâte à papier avec le bois ou la paille, soit à extraire les fibres textiles.

L'analyse chimique des tissus doit également venir en aide aux botanistes qui s'occupent d'anatomie végétale ; on sait aujourd'hui que les déterminations microscopiques seraient absolument insuffisantes, si elles n'étaient pas contrôlées par l'étude des caractères chimiques qui appartiennent aux éléments constituants de ces tissus : l'observateur qui négligerait dans ce cas les enseignements que la chimie peut lui donner s'exposerait aux plus graves erreurs.

Avant de doser les corps divers qui forment un tissu végétal, j'ai dû les isoler d'abord à l'état de pureté et déterminer leurs caractères.

Il est résulté de ces recherches d'analyse qualitative que les principaux tissus des végétaux, après leur épuisement par les dissolvants neutres, sont constitués par l'*association organique* des corps suivants :

1° Les corps cellulosiques (cellulose, paracellulose, métacellulose).
2° La vasculose.
3° La cutose.
4° La pectose.
5° Le pectate de chaux.
6° Les substances azotées.
7° Les matières minérales diverses.

Ce premier point étant établi, je me suis appuyé, dans la

détermination analytique de chacun de ces éléments des tissus végétaux, sur leurs propriétés générales que j'avais constatées précédemment et que je rappellerai ici.

Corps cellulosiques. — Je fais rentrer dans ce groupe les éléments du tissu des végétaux qui se dissolvent sans coloration dans l'acide sulfurique bihydraté, en produisant de la dextrine et du sucre, qui ne sont pas sensiblement altérés par les dissolutions alcalines et qui résistent pendant longtemps à l'action des oxydants énergiques.

Le réactif de Schweitzer, c'est-à-dire le composé ammoniaco-cuivrique bien connu des chimistes, m'a permis de distinguer, parmi les corps cellulosiques, au moins trois variétés différentes, que je désignerai sous des noms particuliers pour éviter toute confusion.

1° *La cellulose.* — Je conserve ce nom, donné par Payen, au corps cellulosique qui se dissout immédiatement dans le réactif cuivrique; il constitue en grande partie les poils de la graine du cotonnier et le tissu utriculaire de certains fruits.

2° *La paracellulose.* — Ce corps cellulosique ne se dissout dans le réactif cuivrique qu'après l'action des acides; c'est lui qui forme les tissus utriculaires de certaines racines et les cellules épidermiques des feuilles.

3° *La métacellulose.* — Cette variété de corps cellulosiques est insoluble dans le réactif cuivrique, même après l'action des acides : elle se rencontre principalement dans les tissus des Champignons et des Lichens : c'est la *fungine* de Braconnot.

Dans l'analyse du tissu des végétaux, pour déterminer la première variété de cellulose, je fais usage directement du réactif cuivrique; pour apprécier la seconde, le réactif cuivrique n'est employé qu'après l'action des acides; quant à la métacellulose, je la détermine au moyen de l'acide sulfurique bihydraté qui la dissout.

Lorsque je veux apprécier, dans un tissu végétal, la proportion totale de corps cellulosiques, sans distinguer les unes des autres leurs différentes variétés, je traite immédiatement

le tissu par l'acide sulfurique bihydraté qui opère leur dissolution.

La vasculose. — J'ai désigné sous ce nom la substance qui constitue en grande partie les vaisseaux et les trachées. La vasculose accompagne ordinairement, dans les tissus des végétaux, les corps cellulosiques, mais elle en diffère complètement par sa composition et ses propriétés. Elle contient plus de carbone et moins d'hydrogène que la cellulose; c'est elle qui, dans les tissus des végétaux, soude et réunit, dans certains cas, les cellules et les fibres. Elle se présente quelquefois à l'extérieur des tissus, sous la forme d'une membrane résistante continue et cornée.

On peut dire que c'est la vasculose qui forme la partie lourde des tissus ligneux. Elle est abondante dans les bois durs et dans les concrétions pierreuses des poires; les coquilles de noix et de noisettes, les noyaux d'abricots en contiennent souvent plus de la moitié de leur poids.

La vasculose est insoluble dans l'acide sulfurique bihydraté et dans le réactif cuivrique : elle ne se dissout pas sensiblement, à la pression ordinaire, dans les dissolutions alcalines, mais elle entre en dissolution dans ces mêmes liqueurs alcalines, lorsqu'on fait agir la pression. Cette propriété importante est utilisée dans la fabrication du papier de paille et de bois. La vasculose se dissout rapidement dans les corps oxydants, tels que l'eau de chlore, les hypochlorites, l'acide azotique, l'acide chromique, les permanganates, etc. Les oxydants, avant de dissoudre la vasculose, la changent en un acide résineux soluble dans les alcalis.

C'est sur l'ensemble de ces propriétés que j'ai basé la détermination analytique de la vasculose.

Lorsque, dans l'analyse d'un tissu végétal complexe, je veux séparer la vasculose d'avec les corps cellulosiques, j'ai recours à l'acide sulfurique bihydraté, qui ne dissout que les corps cellulosiques et laisse la vasculose à l'état insoluble. Le réactif cuivrique exerce la même action.

Lorsque, au contraire, je veux dissoudre la vasculose et

doser directement les corps cellulosiques, je soumets, à froid, pendant plusieurs heures, le tissu organique à l'action de l'acide azotique étendu de son volume d'eau, qui n'agit pas d'une manière sensible sur les corps cellulosiques, tandis qu'il transforme la vasculose en acide résineux jaune, soluble dans les alcalis. Je reprends alors le tissu par une dissolution alcaline qui dissout l'acide jaune que l'acide azotique a produit, et qui laisse les corps cellulosiques à l'état de pureté.

La cutose. — J'ai donné ce nom à la substance qui constitue la membrane fine et transparente que les parties aériennes des végétaux présentent à leur surface : c'est l'association de la cutose et de la vasculose qui forme la substance que M. Chevreul a si bien caractérisée et qu'il a décrite sous le nom de *subérine*.

La cutose présente quelques caractères communs avec la vasculose : elle résiste comme elle à l'action de l'acide sulfurique bihydraté; mais elle en diffère par sa solubilité, à la pression ordinaire, dans les dissolutions étendues ou carbonatées de potasse et de soude. Elle contient plus d'hydrogène et de carbone que la vasculose. En outre, la cutose soumise à l'action de l'acide azotique produit de l'acide subérique, comme je l'ai constaté avec M. Urbain; cette propriété n'appartient pas à la vasculose.

Dans le dosage de la cutose ou dans sa séparation d'avec les corps cellulosiques et d'avec la vasculose, je fais usage d'abord du réactif cuivrique et ensuite de la potasse, agissant à la pression ordinaire ou sous pression; le premier réactif dissout les corps cellulosiques, le second attaque la cutose, et le dernier opère la dissolution de la vasculose.

La pectose. — Ce corps est celui que j'ai étudié dans des Mémoires précédents; il est insoluble dans l'eau, mais il devient soluble et se transforme en *pectine*, par l'action des acides étendus.

Pour reconnaître et même pour doser la pectose qui se trouve ordinairement dans les tissus utriculaires des fruits et des racines, il suffit de soumettre, à chaud, le tissu organique

à l'action de l'acide chlorhydrique étendu ; il se forme alors de la pectine qui entre en dissolution dans l'eau et que l'on peut précipiter par l'alcool.

Le pectate de chaux. — Ce sel est souvent la base d'un tissu qui se présente sous la forme d'une membrane continue servant, comme dans la moelle de certains arbres, à relier les cellules entre elles : ce qui le prouve, c'est qu'en décomposant, par un acide, ce pectate de chaux, le tissu se désagrège immédiatement et les cellules sont mises en liberté.

Pour déterminer le pectate de chaux contenu dans les tissus des végétaux, je les traite à froid par l'acide chlorhydrique étendu qui décompose le pectate de chaux, dissout la chaux et laisse l'acide pectique à l'état insoluble; le résidu est repris par une dissolution étendue de potasse qui forme un pectate soluble que l'on décompose par les acides.

Quant aux *corps azotés* et aux *substances inorganiques* qui se trouvent dans les tissus, je n'insiste pas ici sur leur dosage, parce qu'il se fait par les méthodes ordinaires. Les corps azotés sont dissous dans les alcalis et les substances inorganiques se trouvent dans les cendres après la calcination.

Telle est la marche à suivre dans l'analyse du tissu des végétaux. Je la résumerai en l'appliquant à l'analyse du tissu végétal le plus complexe, qui est le tissu ligneux, dans lequel on peut rencontrer à la fois les corps cellulosiques, la vasculose, la cutose, la pectose et le pectate de chaux. On reconnaîtra que quelques réactifs suffisent pour isoler ces différents principes immédiats, et que ces réactifs sont précisément ceux qui servent dans l'analyse minérale.

L'acide chlorhydrique étendu et froid décompose le pectate de chaux et met l'acide pectique en liberté, que l'on peut doser alors facilement au moyen des alcalis.

L'acide chlorhydrique étendu et bouillant transforme la pectose en pectine que l'on précipite par l'alcool.

Le réactif ammoniaco-cuivrique dissout la cellulose.

L'acide chlorhydrique bouillant rend la paracellulose soluble dans le réactif cuivrique.

L'acide sulfurique bihydraté dissout les corps cellulosiques.

La potasse étendue et bouillante dissout la cutose.

La potasse sous pression opère la dissolution de la vasculose.

L'acide azotique étendu rend la vasculose soluble dans les dissolutions alcalines.

Cette méthode d'analyse étant trouvée, il s'agissait de l'appliquer à l'étude des différents organes qui constituent les végétaux. Pour exécuter ce long travail, j'ai eu recours à la collaboration des chimistes qui sont attachés à mon laboratoire du Jardin des Plantes.

Déjà, en 1868, j'ai publié avec M. Terreil des résultats d'analyses de différents bois. MM. Maudet et Girard ont exécuté ensuite, dans mon laboratoire, des recherches fort intéressantes sur la moelle des arbres et sur les mucilages.

Aujourd'hui, je suis en mesure de publier, en collaboration avec M. Urbain, une série de mémoires sur la vasculose, la cutose, et les substances fibreuses des végétaux.

ÉTUDES CHIMIQUES

SUR LE

SQUELETTE DES VÉGÉTAUX

Par MM. FREMY et URBAIN.

Le but de ce travail est de montrer comment on peut se servir de la méthode analytique que l'un de nous a décrite dans un Mémoire précédent (1), pour isoler, à l'état de pureté, les différents éléments qui constituent les tissus des végétaux, pour les caractériser nettement, et même pour en déterminer les proportions avec quelque exactitude.

Les corps qui forment le squelette des végétaux sont principalement la *pectose et ses dérivés*, les *substances cellulosiques sous leurs différents états isomériques*, la *cutose* et la *vasculose*.

Nous rappellerons ici, en quelques mots, les caractères distinctifs de ces différents corps.

Avant toute détermination analytique, nous épuisons d'abord les tissus par les dissolvants neutres.

Pour doser la pectose, nous la transformons en pectates par l'action des carbonates alcalins, et nous décomposons ces pectates par l'acide chlorhydrique, qui précipite l'acide pectique gélatineux et insoluble.

Parmi les substances cellulosiques qui se trouvent dans les tissus des végétaux, nous avons distingué la *cellulose*, la *paracellulose* et la *métacellulose*.

(1) Voy. p. 353 du présent volume. J'ai consacré déjà plusieurs Mémoires à l'étude des corps qui constituent le squelette des végétaux, et, dans la communication précédente, j'ai fait connaître la méthode générale qui permet de déterminer la composition du tissu végétal le plus complexe.

Pour compléter ces recherches, qui n'intéressent pas seulement la chimie, mais aussi la physiologie végétale, il me restait à faire l'analyse des principaux tissus des végétaux, et à décrire les propriétés chimiques des éléments qui les constituent.

Dans l'exécution de ce travail, qui devait être long et difficile, j'ai eu recours à la collaboration de M. Urbain, qui est attaché depuis longtemps à mon laboratoire du Muséum et dont je connaissais toute l'habileté.

Ces corps cellulosiques présentent un caractère commun : c'est leur solubilité, sans coloration, dans l'acide sulfurique concentré ; leurs propriétés distinctes sont les suivantes :

La *cellulose* se dissout immédiatement dans le réactif ammoniaco-cuivrique.

La *paracellulose* ne se dissout dans le réactif cuivrique qu'après l'action des acides.

La *métacellulose* résiste à l'influence du réactif cuivrique, même après l'action des acides ; en outre, l'acide azotique et les hypochlorites la dissolvent rapidement.

Ces caractères nous ont permis de reconnaître et de doser les corps cellulosiques.

La *vasculose* est la substance qui forme la partie principale des vaisseaux ; elle accompagne presque toujours les corps cellulosiques ; elle lie entre elles les fibres et les cellules. Ses caractères analytiques sont nets et ne permettent pas de la confondre avec les substances cellulosiques : elle est insoluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique, même après l'action des acides ; elle résiste pendant longtemps à l'acide sulfurique concentré ; elle est attaquée rapidement par le chlore, par les hypochlorites et par les oxydants, tels que l'acide azotique, l'acide chromique, le permanganate de potasse, etc. La vasculose produit, sous ces différentes influences, des acides résineux solubles dans les alcalis, et peut ainsi être séparée des corps cellulosiques : les alcalis caustiques agissent à chaud et sous pression sur la vasculose et la dissolvent ; c'est par cette méthode qu'on prépare aujourd'hui de la pâte à papier, en enlevant la vasculose qui existe dans le bois et dans la paille, au moyen de la soude caustique.

La *cutose* (1) est cette membrane transparente qui recouvre les organes aériens des végétaux : elle n'est dissoute ni par l'acide sulfurique concentré ni par le réactif cuivrique ; elle

(1) Nous avons préparé la cutose qui nous était utile pour nos recherches, en opérant sur les feuilles d'Agave que notre savant confrère, M. Naudin, nous a envoyées, et qu'il a trouvées en abondance dans son beau jardin d'Antibes, qu'il cultive, comme on le sait, avec tant de profit pour la science.

est attaquée par tous les agents d'oxydation, et pourrait être, sous ce rapport, confondue avec la vasculose; mais l'action des alcalis caustiques établit une différence marquée entre ces deux substances. Tandis que la vasculose n'est attaquée par les alcalis caustiques que lorsqu'ils agissent à chaud et sous pression, la cutose se dissout rapidement, à la pression ordinaire, dans les dissolutions alcalines étendues.

§ 1. — Analyse des divers organes des plantes.

Les caractères que nous venons de rappeler nous ont permis de doser les principes qui constituent les tissus des végétaux, et d'obtenir les résultats analytiques que nous allons faire connaître.

Nos analyses ont porté sur les *tiges*, les *racines*, les *feuilles*, les *fruits* et les *graines*.

ANALYSE DES TIGES.

Dans les tiges, nous avons analysé séparément le bois, le parenchyme de la moelle et l'enveloppe subéreuse.

Bois.

	Vasculose.	Cellulose et paracellulose.
Peuplier	18	64
Chêne	28	53
Buis	34	28
Ébène	35	20
Gaïac	36	21
Bois de fer	40	27

Ces analyses démontrent que, dans les bois, la proportion de vasculose augmente avec leur dureté et leur densité.

Quant aux proportions relatives de cellulose et de paracellulose, elles sont variables dans les tiges : le bois de sapin paraît être exclusivement formé de paracellulose et de vasculose.

Parenchyme de la moelle.

Moelle de sureau	Cellulose	37
	Paracellulose	38
	Vasculose	25

Le parenchyme de la moelle contient souvent, comme M. Maudet l'a prouvé, des quantités considérables de pectose et de pectate de chaux.

Enveloppe subéreuse. — Ce tissu est plus complexe que les précédents. On sait que M. Chevreul, dans ses beaux travaux sur le liège, a démontré que ce tissu contenait un corps particulier, qu'il a désigné sous le nom de *subérine*.

Liège ordinaire.	Matières solubles dans les acides et dans les alcalis	5	
	Cutose	43	Subérine de M. Chevreul.
	Vasculose	29	
	Cellulose et paracellulose	12	

ANALYSE DES RACINES.

Nous donnons ici, comme exemple, l'analyse de la racine de Paulownia :

Suber.		*Liber mou.*		*Corps de la racine.*	
Corps solubles dans l'eau et dans les alcalis	45	Matières solubles dans l'eau et dans les alcalis	56	Matières solubles dans l'eau et dans les alcalis	47
Vasculose	44	Vasculose	34	Vasculose	17
Paracellulose	4	Paracellulose	4	Paracellulose	30

ANALYSE DES FEUILLES.

Nous avons analysé séparément, dans les feuilles, le parenchyme, l'enveloppe épidermique, les fibres et les vaisseaux : nous citerons ici, comme exemple, l'analyse des feuilles de Lierre :

Eau et matières solubles dans les dissolvants neutres	707,7
Parenchyme formé de cellulose et de pectose	240,0
Fibres et vaisseaux formés de vasculose et de paracellulose	17,3
Épiderme formé de cutose et de paracellulose	35,0

ANALYSE DES PÉTALES DE FLEURS.

Les pétales de fleurs sont constitués, au point de vue chimique, comme les feuilles : ils sont enveloppés par un épi-

derme formé de cutose et de paracellulose; leur tissu utriculaire est constitué par la cellulose; leurs trachées dédoublables sont formées presque exclusivement par la vasculose.

Nous citerons l'analyse des pétales de Dahlia :

Eau et matières solubles	961,30
Parenchyme formé de cellulose et de pectose	31,63
Vasculose	1,20
Paracellulose	2,27
Cutose	3,60

ANALYSE DES FRUITS.

Dans l'analyse des fruits, nous avons examiné séparément l'épicarpe, l'endocarpe, le mésocarpe et la graine.

Épicarpe. — La membrane qui recouvre la plupart des fruits, tels que les pommes et les poires, présente une composition assez complexe; elle est formée de trois membranes superposées : celle qui est extérieure est constituée par la cutose; la seconde est produite par la vasculose; la troisième est à base de paracellulose.

Endocarpe. — Cette partie du fruit est constituée à peu près comme le bois; on y trouve la cellulose unie à la paracellulose et à la vasculose. Dans l'endocarpe d'un grand nombre de fruits, la vasculose entre pour plus de la moitié du poids total : la dureté de ce tissu est d'autant plus grande que la proportion de vasculose est plus forte.

Nous donnons ici l'analyse de quelques-uns de ces tissus :

	Vasculose.	Cellulose et paracellulose.
Coquilles de noix	44	25
Coquilles de noisette	50	31
Noix de coco	58	25
Noyaux d'abricots	60	26
Noix de Bankoul	62	14

Mésocarpe. — Les cellules du mésocarpe des fruits, telles que celles des pommes et des poires, sont formées par de la cellulose qui est souvent associée à la pectose.

Les vaisseaux et les trachées du mésocarpe ont pour base principale la vasculose.

Les concrétions pierreuses qui se rencontrent dans le mésocarpe de certaines poires sont formées par un mélange de vasculose et de cellulose.

ANALYSE DES GRAINES.

Le *périsperme* des graines, lorsqu'on l'a débarrassé de l'amidon, des matières azotées et des corps gras qu'il contient, est constitué presque exclusivement par de la cellulose.

Le *testa* est formé par un mélange de cutose, de cellulose et de paracellulose qui produit une série d'enveloppes résistantes et cornées.

TISSU DES CHAMPIGNONS.

Nous avons trouvé des quantités considérables de métacellulose dans les tissus des Champignons et dans ceux de plusieurs sortes de *Penicillium;* cette substance forme en grande partie la fungine de Braconnot.

Tel est le résumé de nos recherches analytiques sur la composition des principaux tissus qui constituent le squelette des végétaux.

Qu'il nous soit permis de dire, en terminant ce paragraphe, pourquoi nous avons consacré un temps fort long à ces études d'analyse immédiate, qui sont toujours arides, comme le savent les chimistes.

Vous avons pensé d'abord que les incertitudes qui régnaient sur la composition chimique du squelette des végétaux constituaient, dans la science, une lacune véritable que les botanistes étaient en droit de nous reprocher.

En effet, des différences ou des analogies bien constatées dans la constitution chimique des tissus, ne peuvent-elles pas être utiles aux botanistes pour leurs classifications?

Ainsi, il nous a paru intéressant de démontrer que les tissus

des Champignons et ceux des Lichens présentent la même constitution chimique, et qu'ils contiennent les uns et les autres de la métacellulose ; tandis que ces tissus diffèrent de ceux qui forment les Algues, les Mousses et les Fougères. Ici, les documents chimiques confirment ceux qui sont fournis par l'anatomie végétale.

Entre les mains des botanistes, nos procédés d'analyse seront, nous n'en doutons pas, d'un grand secours pour les études physiologiques.

Les méthodes analytiques que nous proposons, et qui permettent de doser les éléments constitutifs d'un tissu, donneront aussi aux botanistes le moyen de rechercher comment les différentes parties des tissus apparaissent dans la végétation, comment ils se détruisent dans le sol arable pendant la décomposition des engrais, et d'apprécier le rôle qu'ils ont joué dans la formation des combustibles fossiles.

Nous croyons même que nos recherches seront utiles à l'industrie. On sait que les tissus ligneux reçoivent de nombreuses applications ; en faisant connaître leurs propriétés chimiques nous jetterons certainement quelque jour sur le rouissage du chanvre, sur le blanchiment des fils, sur la fabrication du papier de paille, sur l'extraction ou la purification des fibres des végétaux, et sur la production de l'esprit de bois.

Nous aborderons ces différentes questions dans les paragraphes suivants.

§ 2. — La vasculose.

La substance qui a été nommée *vasculose* par l'un de nous, dans un Mémoire déjà ancien, est répandue dans toute l'organisation végétale ; elle peut être extraite de presque tous les tissus des végétaux ; elle accompagne les corps cellulosiques et constitue la plus grande partie des vaisseaux et des trachées. C'est elle qui, dans le parenchyme de la moelle et dans le tissu ligneux, réunit entre elles les cellules, et qui est associée aux fibres corticales ; c'est encore elle qui, à la surface des racines

et des fruits, se présente souvent sous la forme d'une membrane continue transparente et cornée.

On peut dire d'une manière générale que la vasculose est surtout abondante dans les parties des végétaux qui présentent de la résistance ou de la dureté. C'est ainsi qu'elle existe en plus grande proportion dans les bois durs que dans les bois tendres; le bois de peuplier n'en contient que 18 pour 100, tandis que nous avons constaté 34 pour 100 de vasculose dans le buis, 35 pour 100 dans l'ébène, 35 pour 100 dans le bois de gaïac, et 40 pour 100 dans le bois de fer : dans les concrétions pierreuses des poires et dans les endocarpes de la noix, de la noisette, de l'abricot, de la pêche et de la noix de coco, nous en avons trouvé souvent plus de 60 pour 100.

La dureté des tissus ligneux avait été attribuée jusqu'à présent à des corps indéterminés, désignés sous le nom de *substances incrustantes*. Nous avons prouvé qu'elle est due principalement à la présence d'une matière bien définie, qui est la *vasculose*, que l'on peut considérer comme une des plus intéressantes de la chimie organique, et dont nous allons faire connaître les principaux caractères.

La vasculose peut être retirée facilement des différents tissus; mais, pour l'obtenir à l'état de pureté, nous employons de préférence la moelle de Sureau.

Dans ce but, après avoir épuisé la moelle de Sureau par les dissolvants neutres et par les alcalis étendus, nous la faisons bouillir avec l'acide chlorhydrique faible, pour transformer la paracellulose en cellulose; nous faisons agir ensuite le réactif ammoniaco-cuivrique sur le tissu organique et nous répétons ce traitement huit à dix fois, jusqu'à ce que le tissu ne cède plus rien au réactif cuivrique.

La vasculose ainsi préparée conserve toujours une teinte légèrement jaunâtre; examinée au microscope, elle présente l'aspect du tissu primitif; on pourrait croire que ce tissu, qui a cependant perdu souvent plus de 50 pour 100 de sa substance par la dissolution des corps cellulosiques, n'a éprouvé aucune altération par l'action des réactifs.

La vasculose est insoluble dans tous les dissolvants neutres; elle n'éprouve aucune altération lorsqu'on la fait bouillir dans les acides sulfurique, chlorhydrique, phosporique étendus; elle résiste à l'action de l'acide sulfurique trihydraté; elle n'est pas altérée par les dissolutions alcalines bouillantes; l'acide sulfurique concentré ne la modifie que lentement; il la colore en la déshydratant.

La vasculose est altérée rapidement par tous les agents d'oxydation, tels que l'acide nitrique, l'acide chromique, le permanganate de potasse, le chlore, les hypochlorites, le brome, etc. Sous ces influences oxydantes, qui servent à caractériser la vasculose, cette substance produit une série d'acides résineux. Ceux qui se forment en premier lieu ne sont pas sensiblement solubles dans l'alcool; les derniers se dissolvent dans l'alcool, et même dans l'éther.

On peut exprimer d'une manière générale la composition de ces acides en disant qu'ils sont moins hydrogénés que la vasculose et plus oxygénés qu'elle.

L'oxygène atmosphérique paraît, à la longue, agir sur la vasculose et la transformer en acides résineux solubles dans les alcalis; c'est cette altération de la vasculose qui nous a permis d'expliquer la modification que certains bois éprouvent au contact de l'air. En examinant les bois altérés par la pourriture, nous avons reconnu que la proportion normale de vasculose avait diminué d'une manière notable, parce que cette substance s'était transformée en acides résineux que les alcalis et l'ammoniaque avaient entraînés.

Lorsque la vasculose est soumise à l'action de l'acide nitrique fumant, elle produit des composés nitrés qui rappellent les celluloses nitriques.

Sous l'influence des alcalis, la vasculose éprouve des transformations intéressantes que nous avons étudiées avec soin.

Nous avons dit que cette substance n'est pas altérée lorsqu'on la fait bouillir avec des dissolutions, même concentrées, de potasse ou de soude; mais elle se dissout rapidement lors-

qu'on la chauffe, sous pression, vers 130 degrés, avec des liqueurs alcalines caustiques. Il se forme dans cette action, comme dans celle des oxydants, une série d'acides qui commencent par être insolubles dans l'alcool, mais qui, sous l'influence prolongée des alcalis, deviennent d'abord solubles dans l'alcool et ensuite dans l'éther.

En comparant la composition de quelques-uns de ces acides avec celle de la vasculose, nous avons constaté que, dans la première action des alcalis, la vasculose se changeait en acide résineux par une simple déshydratation; ensuite la réaction devient plus complexe. La baryte et la chaux agissent sur la vasculose comme les alcalis. C'est cette action des dissolutions alcalines sur la vasculose qui est utilisée dans la fabrication du papier de bois et de paille.

Lorsqu'on chauffe la vasculose avec de l'hydrate de potasse fondu, la pression n'est plus nécessaire pour modifier la substance organique, qui se transforme immédiatement en acide ulmique. Ainsi, dans la réaction des alcalis en fusion sur le bois, c'est la vasculose seule qui forme les différents acides ulmiques; tandis que la cellulose produit des acides acétique et oxalique.

Après avoir distingué et caractérisé les deux substances différentes qui constituent le bois, il nous a paru intéressant de rechercher quelle était celle qui, par l'action de la chaleur, produisait l'esprit de bois.

Il est résulté de nos recherches que l'alcool méthylique est particulièrement engendré par la vasculose. En distillant une faible quantité de vasculose, 100 grammes environ, nous avons obtenu assez d'esprit de bois pour produire nettement, avec de l'acide oxalique, l'oxalate de méthylène cristallisé. C'est également la vasculose qui, dans la distillation du bois, forme la plus grande partie de l'acide acétique.

Les observations que nous avons faites sur l'origine de l'acide acétique et celle de l'esprit de bois sont, du reste, confirmées par la pratique industrielle. En effet, les fabricants d'acide pyroligneux ont reconnu que les bois qui produisent

ces deux corps pyrogénés en plus grande quantité sont précisément les bois lourds, qui sont riches en vasculose.

Nous citerons ici les résultats analytiques qui confirment les faits précédents.

Composition de la vasculose de provenances différentes.

	Vasculose de la moelle de sureau.	Vasculose du bois.	Vasculose des vaisseaux.		Théorie.
Carbone........	59,34	59,33	59,34	C^{36}	59,341
Hydrogène	5,50	5,49	5,49	H^{20}	5,494
Oxygène	35,16	34,18	35,17	O^{16}	35,165

On voit que la vasculose, par sa composition comme par ses propriétés, s'éloigne de la cellulose, qui contient 44,44 de carbone, 6,18 d'hydrogène et 49,38 d'oxygène.

Vasculose déshydratée par l'acide sulfurique.

			Théorie.
Carbone........	62,432	C^{36}	62,428
Hydrogène......	5,108	H^{18}	5,202
Oxygène........	32,378	O^{16}	32,370

Produits d'oxydation de la vasculose.

Acide insoluble dans l'alcool.				Acide soluble dans l'alcool			
			Théorie.				Théorie.
Carbone	55,105	C^{36}	55,103	Carbone....	53,200	C^{36}	53,203
Hydrogène ..	5,080	H^{16}	4,082	Hydrogène..	3,445	H^{14}	3,448
Oxygène	40,815	O^{20}	40,816	Oxygène....	43,355	O^{22}	43,349

Action de la potasse sur la vasculose.

Acide insoluble dans l'alcool et l'éther.				Acide soluble dans l'alcool			
			Théorie.				Théorie.
Carbone	62,424	C^{36}	62,428	Carbone....	65,880	C^{36}	65,873
Hydrogène ..	5,210	H^{18}	5,202	Hydrogène..	4,874	H^{16}	4,878
Oxygène	32,366	O^{14}	32,370	Oxygène....	29,246	O^{12}	29,269

Acide soluble dans l'éther.

			Théorie.
Carbone..........	68,000	C^{36}	67,080
Hydrogène	3,104	H^{10}	3,106
Oxygène	29,796	O^{12}	29,813

Tels sont les caractères distinctifs de la substance remarquable qui accompagne souvent les corps cellulosiques dans le tissu des végétaux.

Nos études chimiques sur la vasculose nous permettent de préciser le rôle que ce corps doit jouer dans l'organisation végétale.

La résistance que la vasculose oppose à l'action des réactifs les plus énergiques nous fait penser que cette substance est destinée à souder, à recouvrir, à protéger les cellules et les fibres.

La vasculose présente surtout de l'intérêt au point de vue de l'utilisation des fibres végétales. Nous avons constaté, en effet, qu'un grand nombre de fibres corticales, telles que celles du Chanvre, du Lin, de la Ramie, etc., sont associées à une couche de vasculose dont l'épaisseur, qui est variable, exerce de l'influence sur les phénomènes du rouissage, du blanchiment et aussi sur l'affinité plus ou moins grande de ces fibres pour les matières colorantes.

En enlevant la vasculose par l'action de réactifs convenablement choisis, on ne détruit pas la solidité des fibres, et on leur donne des propriétés nouvelles.

Nous nous contentons de donner ici ces premières indications sur la composition chimique des fibres textiles, réservant pour un Mémoire spécial l'étude des principales fibres qui intéressent à un si haut degré notre industrie, et dont nous avons trouvé des échantillons authentiques dans nos précieuses collections du Muséum.

Des recherches chimiques sur les fibres végétales qui ne sont pas encore suffisamment utilisées, se trouvant associées à des expériences agricoles, pourront peut-être rendre à nos départements du Midi ce que le Phylloxéra et l'abandon de la Garance leur ont fait perdre.

§ 3. — La cutose.

Avant de faire connaître les résultats de nos expériences sur les fibres végétales textiles, nous devons décrire les propriétés

d'une substance remarquable que l'un de nous a désignée dans un travail précédent sous le nom de *cutose*, qui recouvre et qui protège les organes aériens des végétaux et que l'on trouve souvent dans les parties fibreuses des plantes.

La cutose est, au point de vue des caractères chimiques, la plus intéressante de toutes les substances qui constituent le squelette des végétaux; elle se rapproche beaucoup des corps gras par ses propriétés et sa composition; mais cependant elle s'en éloigne par un certain nombre de caractères que nous allons faire ressortir.

L'épiderme des feuilles est en partie constitué par la cutose :

Lorsqu'on fait macérer des feuilles dans l'eau à une température de 30 à 35 degrés, leur parenchyme s'altère, et, au bout d'un mois environ, il est possible de séparer mécaniquement, d'une part les fibres et les vaisseaux qui constituent en quelque sorte la charpente de la feuille, et de l'autre la membrane épidermique; cette opération est un véritable *rouissage*.

Nous avons reconnu qu'on peut arriver plus rapidement au même résultat, en plongeant pendant quelques minutes les feuilles dans l'acide chlorhydrique bouillant; on opère ensuite facilement la séparation de l'épiderme d'avec les fibres et les vaisseaux.

L'épiderme, ainsi obtenu, est formé par trois substances différentes; à la surface, se trouve un corps résineux qui est soluble dans l'alcool bouillant; viennent ensuite deux membranes qui sont soudées l'une à l'autre, mais qui présentent des caractères différents; celle qui touche au tissu cellulaire et qui est intérieure, est formée par un corps cellulosique insoluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique, mais qui devient soluble dans le réactif cuivrique après l'action de l'acide chlorhydrique bouillant; elle a pour base la paracellulose.

La membrane extérieure, qui est recouverte par le corps résineux, est constituée par un corps spécial qui est la cutose.

Pour obtenir la quantité de cutose qui était utile à nos recherches, nous avons opéré sur des feuilles d'Agave venant

du jardin d'Antibes et que M. Naudin a bien voulu mettre à notre disposition; la cutose a été purifiée par la méthode suivante :

La membrane cutosique brute, dont nous venons de parler, est d'abord traitée par l'alcool bouillant qui dissout la résine que les feuilles présentent toujours à leur surface; l'éther enlève ensuite les corps gras : les corps cellulosiques sont éliminés soit par l'acide sulfurique trihydraté, soit par le réactif ammoniaco-cuivrique; nous n'avons pas trouvé de vasculose dans la membrane épidermique.

La cutose, ainsi obtenue, peut être considérée comme pure; elle résiste à l'action des réactifs énergiques, tels que l'acide sulfurique trihydraté, l'acide chlorhydrique, l'ammoniaque et les dissolutions étendues et froides de potasse ou de soude; mais les agents d'oxydation et les liqueurs alcalines bouillantes produisent sur la cutose des modifications intéressantes que nous allons décrire.

La cutose soumise à l'action de l'acide nitrique forme d'abord des corps résineux et en dernier lieu de l'acide subérique.

Les dissolutions alcalines étendues et même les dissolutions de carbonates alcalins, à la température de l'ébullition, dissolvent la cutose et la changent en une sorte de savon qui est soluble dans l'eau et insoluble soit dans un excès d'alcali, soit dans les sels alcalins tels que le chlorure de sodium.

La baryte, la strontiane et la chaux opèrent également la saponification de la cutose.

Nous avons reconnu que sous l'influence des bases, la cutose donne naissance à deux acides gras nouveaux : l'un est solide, nous l'avons nommé *stéarocutique;* l'autre est liquide, nous l'avons appelé *oléocutique*.

Ce dernier acide présente les caractères généraux des acides gras liquides : l'acide solide s'éloigne, au contraire, par plusieurs propriétés, des acides gras solides connus; il est blanc, fusible à 76 degrés; presque insoluble dans l'alcool et l'éther froids; à peine soluble dans l'alcool bouillant et faisant prendre

la liqueur en gelée par le refroidissement ; ses véritables dissolvants sont la benzine et l'acide acétique cristallisable ; par l'évaporation de ces liquides, il se dépose en petites aiguilles ; l'acide, une fois fondu, donne par le refroidissement un corps résineux qui n'est pas cristallisé.

Les combinaisons que les alcalis forment avec l'acide stéarocutique, établissent une différence bien marquée entre ce corps et les autres acides gras ; lorsqu'on fait bouillir cet acide avec des dissolutions étendues de potasse, de soude et d'ammoniaque, on obtient des sels qui font prendre la liqueur en gelée ; mais en filtrant le liquide, on reconnaît que ces sels sont absolument insolubles dans l'eau ; pour obtenir des stéarocutates solubles, il faut faire agir, sur l'acide, des dissolutions alcooliques et bouillantes d'alcalis caustiques ; le liquide laisse déposer alors des stéarocutates qui cristallisent en aiguilles ; ces sels sont insolubles dans l'eau bouillante.

Les deux acides engendrés par la cutose se combinent entre eux, sous l'influence de l'alcool bouillant, et forment un acide double qui se dépose par le refroidissement de la liqueur en petits mamelons jaunâtres.

Après avoir constaté la transformation, par l'action des alcalis, de la membrane cutosique en deux acides, l'un solide, l'autre liquide nous avions à rechercher si, dans cette espèce de saponification, il ne se produirait pas de la glycérine ou un autre corps pouvant, comme elle, jouer le rôle d'alcool.

Il nous est impossible, dans cet extrait, de décrire toutes les expériences que nous avons instituées pour rechercher s'il ne se formerait pas un corps complémentaire, dans la transformation de la cutose en acide gras ; cette étude nous a occupé pendant bien longtemps, elle était difficile en raison même de la rareté de la matière première ; nous devons déclarer que tous nos essais ont été absolument infructueux.

Cherchant alors à établir, d'une autre façon, la relation qui pouvait exister entre la cutose et les acides engendrés par elle, nous avons essayé de modifier les deux acides oléo et stéarocutique, et de les transformer en un corps insoluble dans l'al-

cool et dans l'éther, qui présenterait une certaine analogie avec la membrane cutosique.

Nos essais étant une fois engagés dans cette direction, nous ont donné des résultats très intéressants.

Nous avons reconnu, en effet, que, sous des influences nombreuses, les deux acides employés seuls ou bien combinés entre eux, pouvaient éprouver une modification profonde dans leurs propriétés; ils perdent leur solubilité dans l'alcool, dans l'éther et même dans les dissolutions alcalines froides; l'acide solide, dont le point de fusion était d'abord de 75 degrés, n'entre plus en fusion qu'à 95 degrés; l'acide liquide devient membraneux : en un mot les deux acides, une fois modifiés, présentent presque tous les caractères de la cutose; chauffés avec des alcalis, ils reprennent leurs propriétés premières et donnent une dissolution savonneuse, comparable à celle que l'on obtient par l'action des alcalis sur la cutose.

Cette transformation des deux acides dérivés de la cutose se produit sous l'influence d'une température de 100 degrés, prolongée pendant un certain temps, ou même par l'action de la lumière; elle est réellement isomérique, car elle s'opère, comme nous l'avons reconnu, dans les tubes scellés; les deux acides, une fois modifiés, conservent la même composition.

La membrane cutosique peut donc être considérée comme ayant pour base principale une combinaison de l'acide oléocutique avec l'acide stéarocutique; seulement ces deux corps se trouvent, dans la cutose, sous des modifications isomériques qui les rendent insolubles dans l'alcool, dans l'éther et dans les dissolutions alcalines étendues.

Nous ajouterons que l'état membraneux des deux acides n'est pas dû uniquement à la modification isomérique dont nous venons de parler, mais aussi à la présence de la chaux et du phosphate de chaux qui se trouvent à l'état de combinaison dans la cuticule.

Dans le cours de ces recherches, nous avons eu à constater une autre transformation isomérique produite par l'action de la chaleur.

La cuticule des feuilles est recouverte par un corps résineux qui, d'aprè nos analyses, présente une composition se rapprochant beaucoup de celle de la cutose : cette substance est très soluble dans l'alcool bouillant, mais elle devient absolument insoluble dans ce dissolvant lorsqu'on la chauffe au-dessus de 100 degrés; cette transformation n'altère en rien sa composition première.

Il nous reste à faire connaître les résultats analytiques qui confirment les faits que nous venons d'exposer :

CUTOSE DES FEUILLES DE LIERRE.

	Cutose extraite par le réactif cuivrique.	Cutose extraite par SO^3, 3 HO.
Carbone........	68,424	68,01
Hydrogène......	9,477	9,80
Oxygène........	22,099	22,19

CUTOSE DES FEUILLES D'AGAVE, EXTRAITE PAR MACÉRATION.

Carbone..	68,293
Hydrogène....................................	9,553
Oxygène......................................	22,154

CORPS RÉSINEUX RECOUVRANT LA CUTICULE DES FEUILLES, SOLUBLE DANS L'ALCOOL.

Carbone..	69,26
Hydrogène....................................	11,17
Oxygène......................................	19,59

CORPS RÉSINEUX DES FEUILLES, DEVENU INSOLUBLE DANS L'ALCOOL PAR L'ACTION DE LA CHALEUR.

Carbone..	69,16
Hydrogène....................................	10,89
Oxygène......................................	19,95

ACIDE STÉAROCUTIQUE.				ACIDE OLÉOCUTIQUE.			
			Théorie.				Théorie.
Carbone...	75,160	C^{60}...	75,000	Carbone...	65,594	C^{28}...	65,625
Hydrogène.	11,633	H^{56}...	11,666	Hydrogène.	9,540	H^{24}...	9,375
Oxygène...	13,157	O^8 ...	13,334	Oxygène...	24,866	O^8 ...	25,000

Les équivalents de ces deux acides ont été déterminés par l'analyse des sels de potasse, de chaux et de baryte.

En négligeant les petites quantités de chaux et de phosphate

de chaux contenues dans le cuticule, on peut admettre que la partie organique de la cutose résulte de la combinaison de 5 équivalents d'acide oléocutique et de 1 équivalent d'acide stéarocutique : dans la décomposition de la cutose par les alcalis, nous avons reconnu que les deux acides se produisaient dans un rapport qui diffère peu de celui que nous venons d'indiquer. D'après cette hypothèse, la théorie conduit à une composition de la cutose qui diffère peu de de celle que nous avons trouvée :

C	68,181
H	10,000
O	21,819

La cutose dont nous venons de décrire les propriétés est une substance d'une grande importance physiologique ; elle ne se trouve pas seulement à la surface des feuilles, des fleurs, des fruits et des tiges; elle pénètre souvent dans l'intérieur des organes : nous avons trouvé jusqu'à 43 pour 100 de cutose dans le liège et aussi des proportions notables de cette substance dans les faisceaux formés par les fibres textiles.

On voit donc qu'il nous aurait été impossible d'aborder l'étude chimique des fibres végétales qui intéressent à un si haut degré l'industrie, avant d'avoir déterminé les différents éléments qui les constituent, tels que les corps cellulosiques, la vasculose et la cutose.

Nous sommes donc en mesure aujourd'hui d'examiner les fibres végétales textiles.

C'est à cette étude et à celle du rouissage que nous consacrerons le paragraphe suivant.

§ 4. — Fibres et faisceaux fibreux. — Rouissage chimique. — Applications industrielles des recherches précédentes.

Les substances fibreuses des végétaux peuvent affecter deux états différents, qui constituent les fibres et les faisceaux fibreux. Les fibres représentent les cellules filamenteuses dans un état de grande ténuité et de pureté remarquable.

Les faisceaux fibreux sont produits par l'agglomération des fibres sous l'influence d'un ciment végétal.

Quelle est la composition chimique des fibres, et celle du ciment végétal qui les retient en faisceaux; comment peut-on extraire les substances filamenteuses du tissu des végétaux et les obtenir à l'état de pureté?

Telles sont les questions que nous avons voulu traiter dans cette partie de nos recherches : tout le monde comprend leur importance, car elles se rapportent au rouissage et au blanchiment.

Nous avons pensé que ces questions ne pouvaient être abordées par nous qu'à la fin de notre travail; car pour être résolues, elles exigeaient une étude complète des principaux éléments qui constituent les tissus des végétaux, tels que la pectose, l'acide pectique et ses dérivés, la cutose, la vasculose et les substances cellulosiques sous leurs différents états isomériques.

Le rouissage est, comme on le sait, l'opération qui a pour but de mettre en liberté, par une fermentation putride, les faisceaux qui existent dans les écorces du Lin et celles du Chanvre.

La théorie du rouissage peut être donnée aujourd'hui avec quelque certitude; elle résulte des beaux travaux publiés sur cette question par MM. van Tieghem et Kolb.

M. van Tieghem a démontré que, dans le rouissage, les Amylobacters dissolvent, en se développant, le tissu cellulosique qui retenait les faisceaux fibreux et les mettent en liberté.

M. Kolb a prouvé que, dans le rouissage, il se produisait cette sorte de fermentation que l'un de nous a découverte et qu'il a décrite sous le nom de *fermentation pectique*. En effet, M. Kolb a retrouvé dans les eaux de rouissage des quantités considérables d'acide métapectique qui, d'après nous, dérive de la pectose; les faisceaux fibreux de l'écorce se trouvent donc mis en liberté, parce que la pectose qui les retenait, s'est transformée, pendant le rouissage, en acide métapectique soluble dans l'eau.

Qu'avons-nous ajouté dans notre travail à ces données déjà si précieuses sur la théorie du rouissage ?

Dans la mise en liberté des faisceaux fibreux, nous avons fait jouer un rôle aux deux substances que nous avons étudiées dans nos mémoires précédents, c'est-à-dire à la *cutose* et à la *vasculose*.

Il résulte de nos recherches que les faisceaux fibreux du Lin, du Chanvre, de la Ramie, etc., sont souvent retenus dans les tissus, non seulement par le corps cellulosique que les Amylobacters dévorent, par de la pectose que la fermentation pectique rend soluble dans l'eau, mais aussi par la cutose et par la vasculose.

Nous avons démontré alors qu'on arrivait à un rouissage chimique complet en faisant usage des réactifs qui peuvent dissoudre la cutose et la vasculose : ces réactifs sont nombreux, mais ceux qui nous ont donné les meilleurs résultats sont les alcalis caustiques ou carbonatés, employés tantôt à la pression ordinaire, tantôt sous pression et à des températures qui varient avec la nature des faisceaux que l'on veut extraire.

C'est ainsi que nous arrivons à proposer aux industriels un *rouissage chimique* qui, selon nous, doit remplacer avec avantage le rouissage ordinaire basé sur la fermentation putride, qui présente de si graves inconvénients, puisqu'il compromet la santé des ouvriers et qu'il altère souvent la qualité des fibres.

Notre rouissage chimique peut être facilement défini : c'est une opération qui a pour but d'isoler les faisceaux contenus dans l'écorce en transformant la pectose ou le pectate de chaux en acide métapectique, la cutose et la vasculose en acides résineux, par l'action des alcalis caustiques ou carbonatés.

Nous indiquons seulement ici le principe de notre rouissage chimique, en réservant pour un mémoire spécial tous les détails de cette opération.

Après avoir étudié les principales questions qui se rappor-

tent à la séparation des faisceaux fibreux de l'écorce, c'est-à-dire au rouissage, nous avons examiné celles qui intéressent la transformation des faisceaux en fibres, c'est-à-dire le blanchiment des substances fibreuses.

Le ciment végétal qui relie entre elles les fibres dans les faisceaux est principalement formé de pectose et d'acide pectique, comme M. Kolb l'a démontré. Nos recherches établissent en outre que les faisceaux contiennent une certaine quantité de cutose et des traces de vasculose : ce sont ces deux dernières substances qui donnent aux faisceaux leur coloration et leur rigidité.

Pour retirer des faisceaux de l'écorce les fibres absolument pures, il faut donc opérer la dissolution des composés pectiques, de la pectose, de la cutose et de la vasculose.

On sait avec quelle facilité la pectose et l'acide pectique se transforment en acide métapectique soluble, sous l'influence des carbonates alcalins; c'est donc cet agent que nous proposons pour retirer les composés pectiques des faisceaux.

Quant à l'élimination de la cutose et de la vasculose, nous pouvons la réaliser par deux méthodes différentes, en nous appuyant sur les faits que nous avons consignés dans les paragraphes précédents.

Nous avons démontré, en effet, que la cutose se dissout à chaud et à la pression ordinaire dans les dissolutions étendues de soude caustique et même dans celles des carbonates alcalins. Quant à la vasculose, on opère rapidement sa dissolution en faisant agir sur elle, sous pression, la soude étendue ou les carbonates alcalins.

L'action directe des alcalis peut donc dissoudre la cutose et la vasculose; mais cette élimination peut être aussi réalisée par une autre méthode.

En faisant connaître précédemment les propriétés de ces deux substances, nous avons dit que tous les oxydants les changent en résines solubles dans les alcalis.

On peut donc les éliminer des faisceaux, en faisant usage des oxydants tels que le chlore, les hypochlorites, l'eau oxygénée,

l'acide nitrique, le permanganate de potasse, et en lavant ensuite les fibres avec des dissolutions alcalines qui dissolvent les résines formées par oxydation.

Il est intéressant de rappeler ici que ce procédé de purification des fibres se trouve indiqué dans les admirables travaux sur le blanchiment dus à Berthollet, qui cependant, ne connaissait ni la cutose ni la vasculose.

Le grand chimiste a dit, en effet, qu'on pouvait blanchir les fils en les traitant d'abord par une petite quantité de chlore et ensuite par un alcali : il avait donc reconnu qu'après l'action du chlore, l'alcali enlevait au fil une matière colorante qu'il ne dissolvait pas avant l'oxydation produite par le chlore.

Lorsque les faisceaux fibreux ont été soumis aux différents traitements qui dissolvent les composés pectiques, la cutose et la vasculose, ils sont souvent d'une blancheur parfaite : c'est ainsi que la question de purification des faisceaux se rattache à celle du blanchiment.

Les faisceaux traités par les méthodes que nous avons décrites produisent des fibres qui sont à base de cellulose et de paracellulose ; en effet, une partie de ces fibres se dissout dans le réactif ammoniaco-cuivrique, tandis que l'autre partie ne se dissout pas.

Pour constater leur pureté, nous les soumettons à l'action de l'acide sulfurique concentré, qui les dissout sans coloration et ne laisse aucun résidu ; tandis que les faisceaux fibreux laissent dans l'acide sulfurique un dépôt abondant formé de cutose, de vasculose et de composés pectiques.

Mais ce qui caractérise surtout les fibres corticales arrivées à un état complet de pureté, c'est leur aspect soyeux, que l'on n'observe pas dans le lin ou le chanvre ordinaires.

Nous avons obtenu des échantillons de ces fibres, ainsi purifiées, qui ont été confondues avec la soie et qui prennent la teinture comme elle.

Lorsque cette préparation sera devenue industrielle, nous pensons que ces fibres devront porter un nom particulier qui

les distinguera du lin et du chanvre ordinaires; nous proposons celui de *fibrisoie*.

Tel est le résumé de nos longues recherches sur les tissus des végétaux.

Nous sommes heureux de constater, une fois de plus, que des travaux chimiques, entrepris dans un but purement scientifique, peuvent conduire souvent à des résultats intéressants pour l'industrie.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DE PLANTES.

FLORES ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE.

TABLE DES MATIÈRES

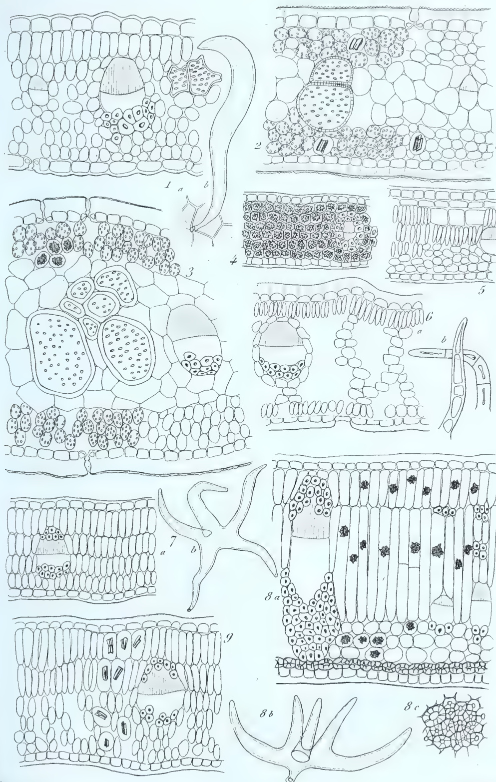
PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PARIS. — IMPRIMERIE ÉMILE MARTINET, RUE MIGNON, 2.

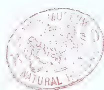


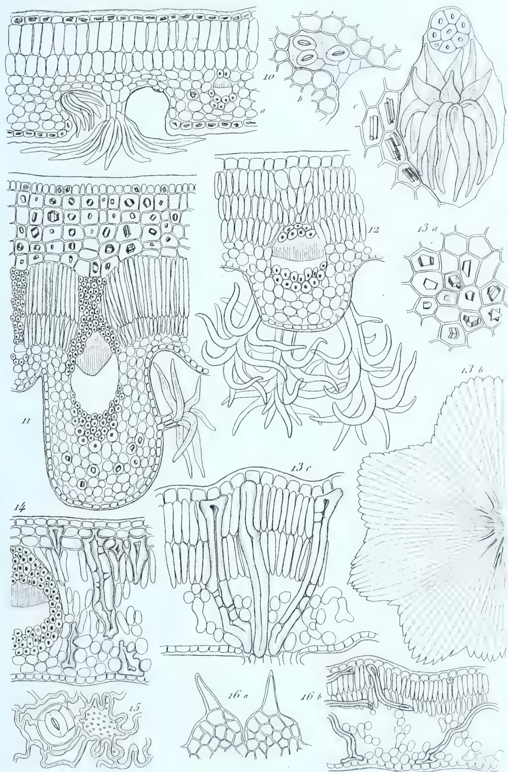
Vesque del. Pierre sc.

Capparis

erioclada (1), rupestris (2), galeata (3), pubiflora (4), Roxburghii (5), incanescens (6), horrida (7), zeylanica (8), sepiaria (9).

Imp. A. Salmon, Paris



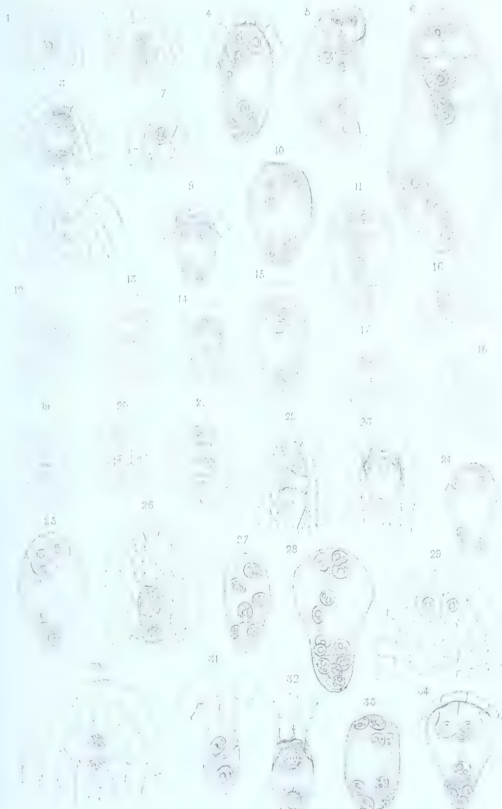


Vesque del. Pierre sc.

Capparis

Breynia (10), scabrida (11), ferruginea (12), odoratissima (13), lucida (14), frondosa (15), verrucosa (16).

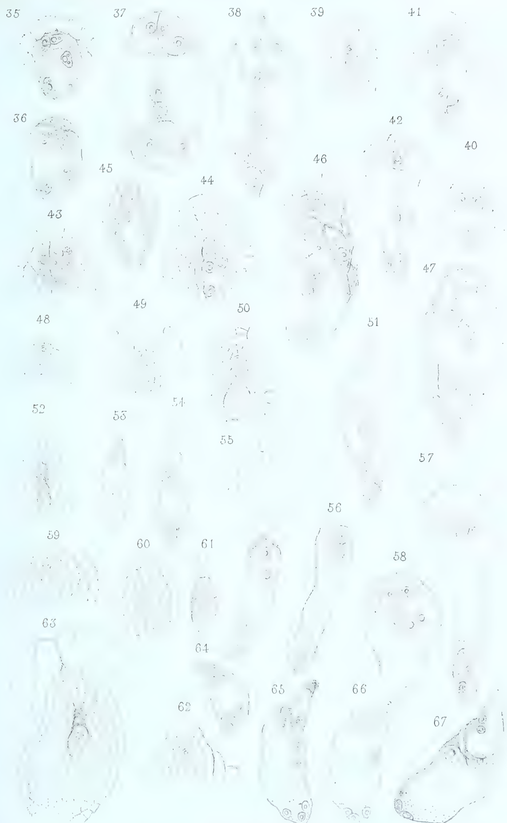
Imp. A. Salmon, Paris.



L. Guignard del. Imp. Becquet r. des Noyers, 37. Tisseron lith.

Cornucopiæ nocturnum (1-6)_ Commelyna stricta (7-11)_ Tricyrtis hirta (12-15)_ Yucca gloriosa (16-25)_ Agraphis campanulata (26-28)_ Ornithogalum pyrenaicum (29-33)_ Aloe sinensis (34).





L. Guignard del. Imp. Becquet r. des Noyers, 37. Tisseron lith.

Narcissus micranthus (35-37)_ Crocus sativus (38)_ Canna indica (39-42)_ Eriobotrya japonica (43-47)_ Oenothera tetraptera (48-51)_ Cuphea Jorullensis (52-58)_ Mesembrianthemum Ecklonis (59-61)_ Silene obtusifolia (62-67).





L. Guignard del. Imp. Becquet r. des Noyers, 37. Tisseron lith.

Mirabilis Jalapa (68)_Clematis cirrhosa (69_80)_Helleborus fœtidus (81-83)_ Eranthis hiemalis (84)_Hepatica triloba (85-86)_Mahonia indica (87-89). Capsella Bursa-pastoris (90-101).



L. Guignard del. Imp. Becquet r. des Noyers, 37. Tisseron lith.

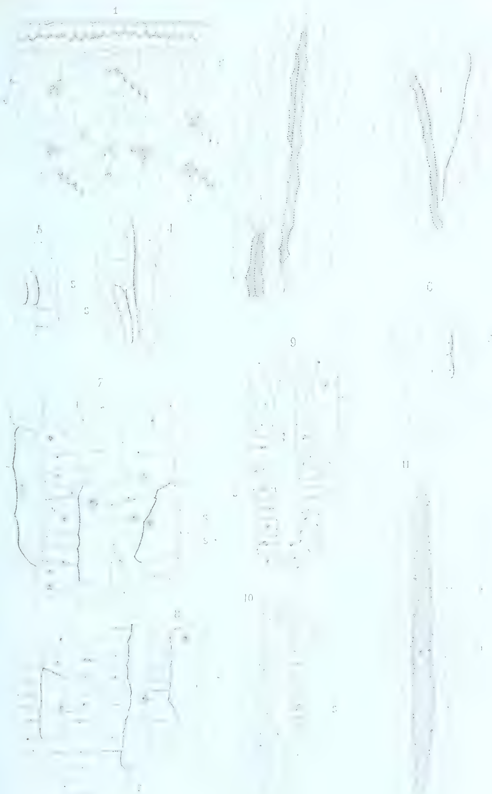
Ruta graveolens (102-108) — *Polygala myrtifolia* (109-114) — *Ricinus communis* (115-116) — *Anoda hastata* (117-121) — *Sida arborea* (122). *Malva Capensis* (123) — *Salvia pratensis* (124-131) *Bignonia Capensis* (132-134) *Jasminum grandiflorum* (135-137) — *Lophospermum erubescens* (138) *Borrago off.* (139-140)





L. Guignard del. Imp. Becquet r. des Noyers, 37. Tisseron lith.

Nicotiana tabacum (141-144); *Cestrum splendens* (145-146) _ *Lonicera Standishii* (147-152) _ *Pterocephalus* (153) *Conyza ambigua* (154-165) _ *Doronicum caucasicum* (166) *Petasites niveus* (167) _ *Tussilago farfara* (168) _ *Lobelia erinus* (169-172) _ *Campanula rhomboidalis* (173-174).

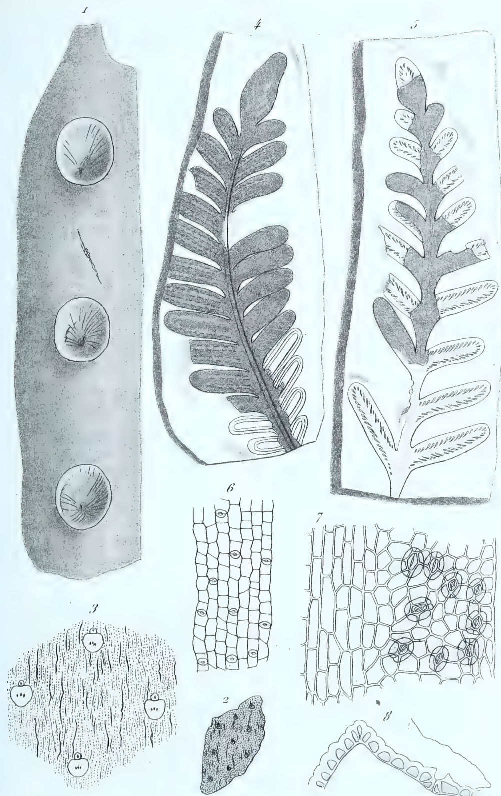


L. Mangin del. Imp. Becquet r. des Noyers. 37. Tisseron lith.

Développement des cellules spiralées.

Crinum americanum (1-6). — Nepenthes phyllamphora (7-11).

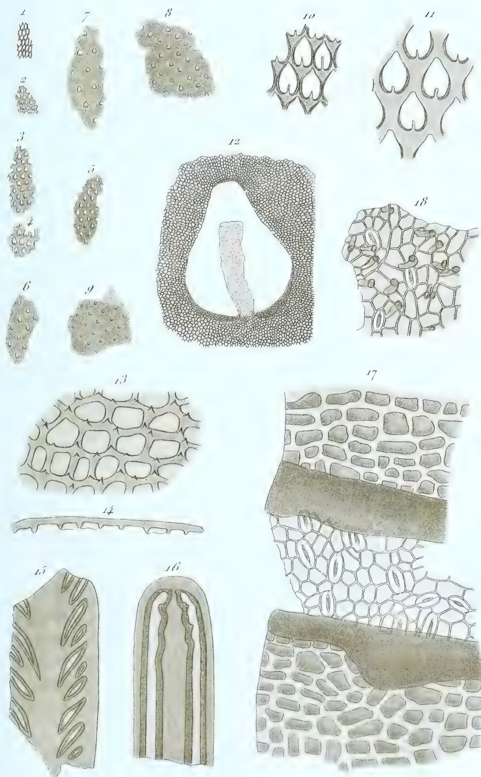

MUSEUM
NATURAL HI



Zeiller del. Pierre sc.

Cuticules fossiles.


RAL HISTORY

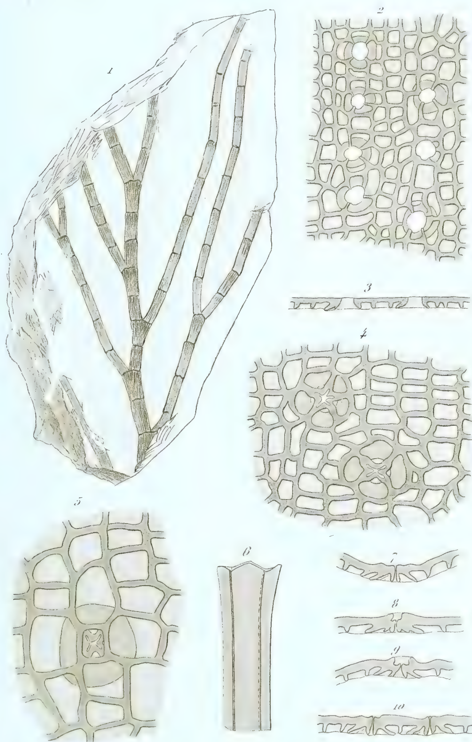


Zeiller del. Pierre sc.

Cuticules fossiles.

Imp. A. Salmon, Paris.


NATURAL

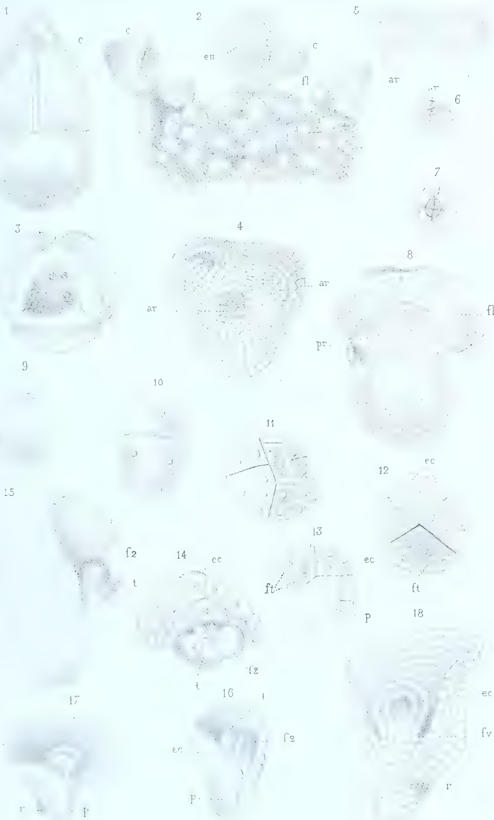


Zeiller del. Pierre sc.

Cuticules fossiles.

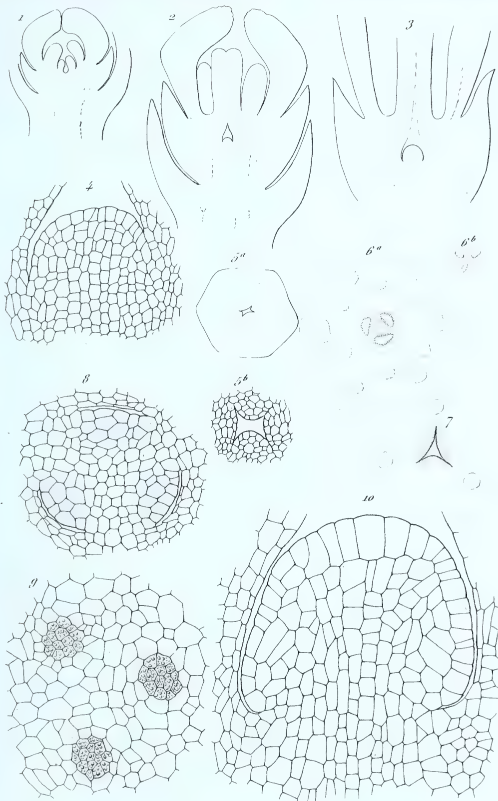
Imp. A. Salmon, Paris.


NATURAL HISTORY



Berggren del. Imp. Becquet, Paris. Tisseron lith.

Embryon de l'Azolla.

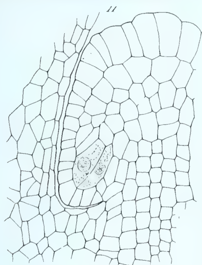


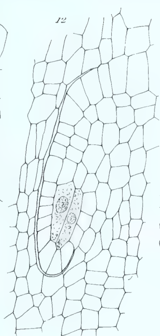
Treub del. Pierre sc.

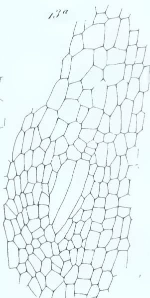
Loranthacées.

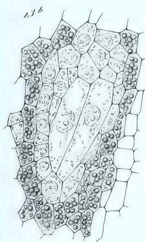
Imp. A. Salmon, Paris.

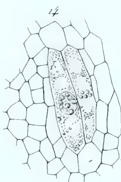

NATURAL HIS

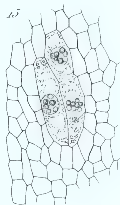


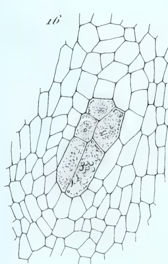


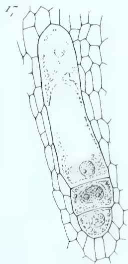


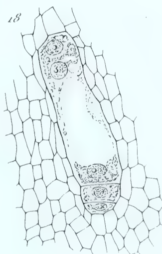








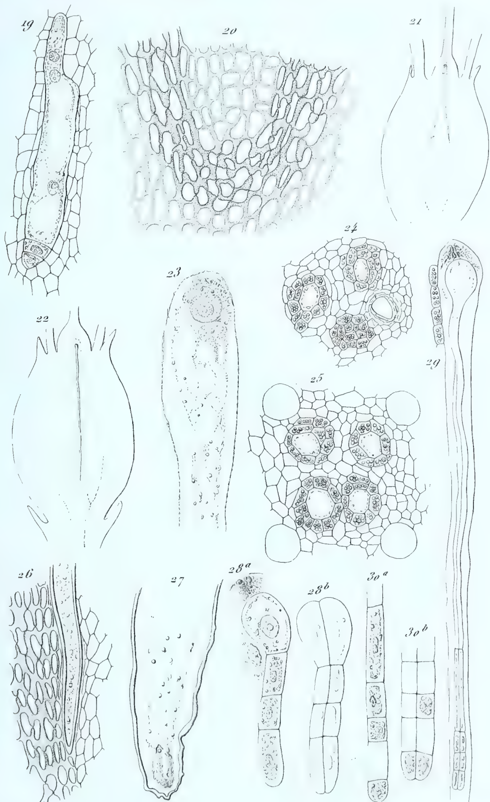




Treub del. Pierre sc.

Loranthacées.

Imp. A. Salmon, Paris

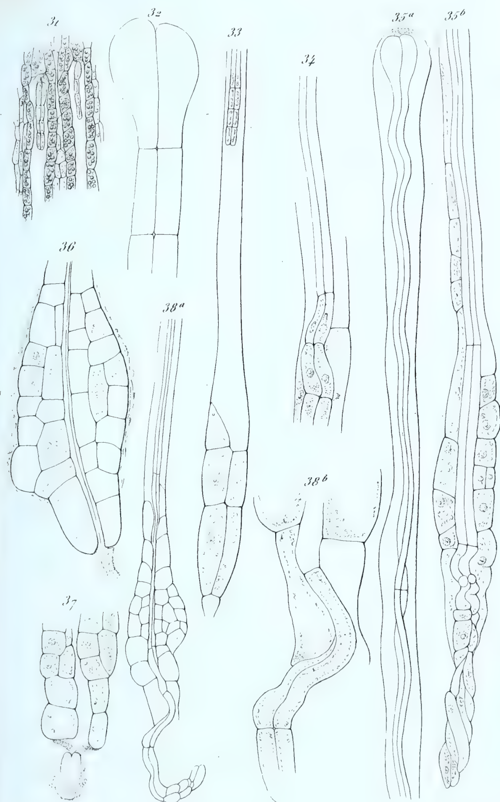


Treub del. Pierre sc.

Loranthacées.

Imp. A. Salmon, Paris.


NATURAL HISTORY.

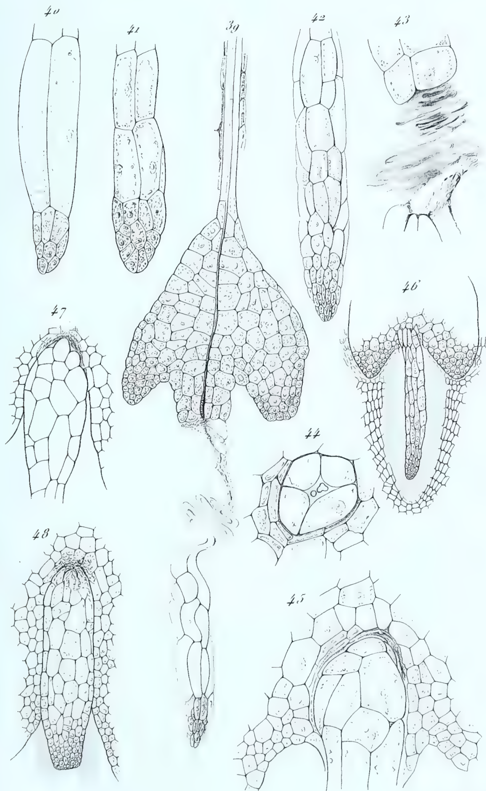


Treub del. Pierre sc.

Loranthacées.

Imp. A. Salmon, Paris.


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

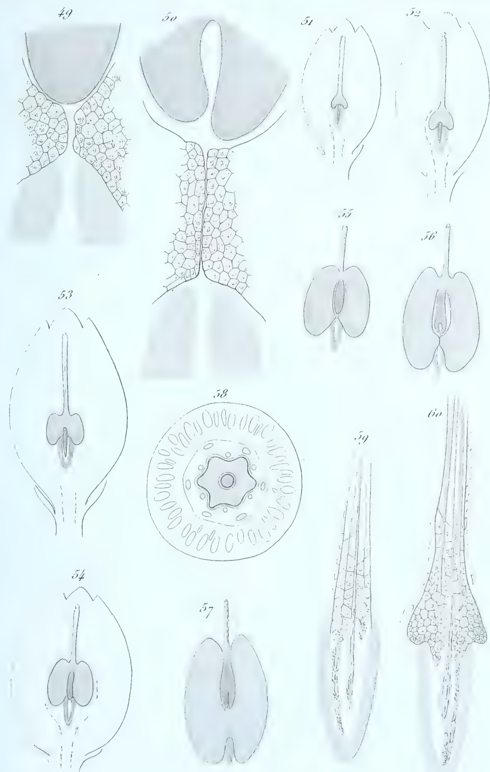


Treub del. Pierre sc.

Loranthacées.

Imp. A. Salmon, Paris.

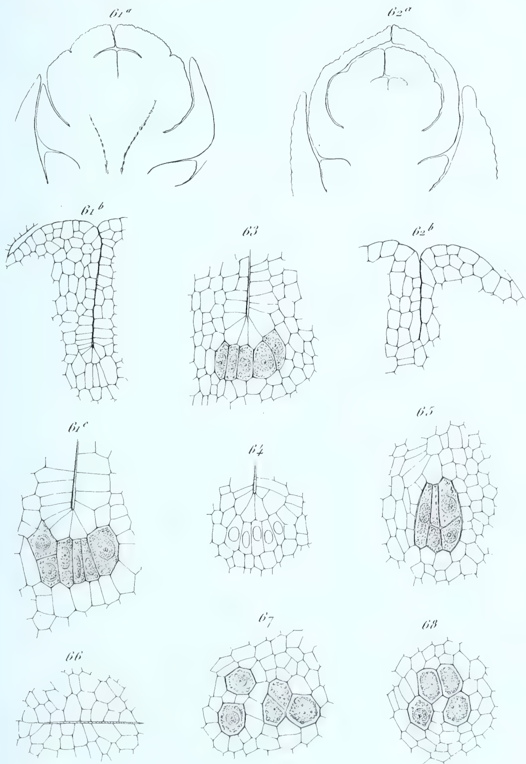

BRITISH MUSEUM
NATURAL



Treub del. Pierre sc.

Loranthacées.

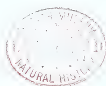
Imp. A. Salmon, Paris.

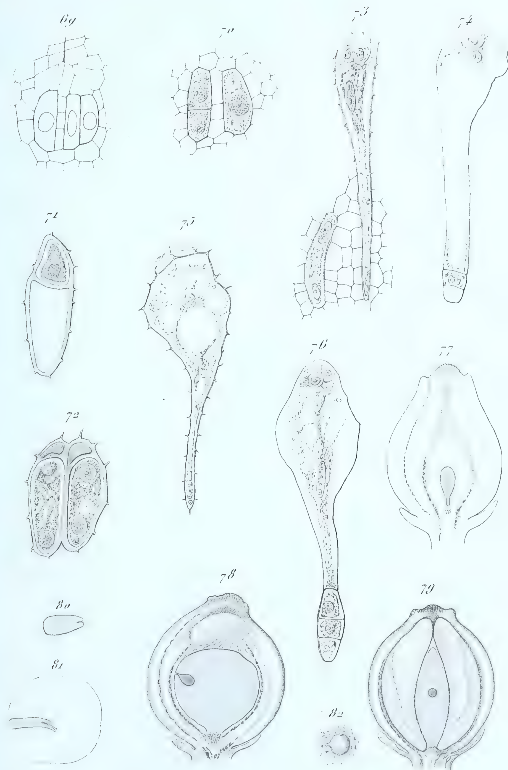


Treub del. Pierre sc.

Loranthacées.

Imp. A. Salmon, Paris.





Treub del. Pierre sc.

Loranthacées.

Imp. A. Salmon, Paris.

